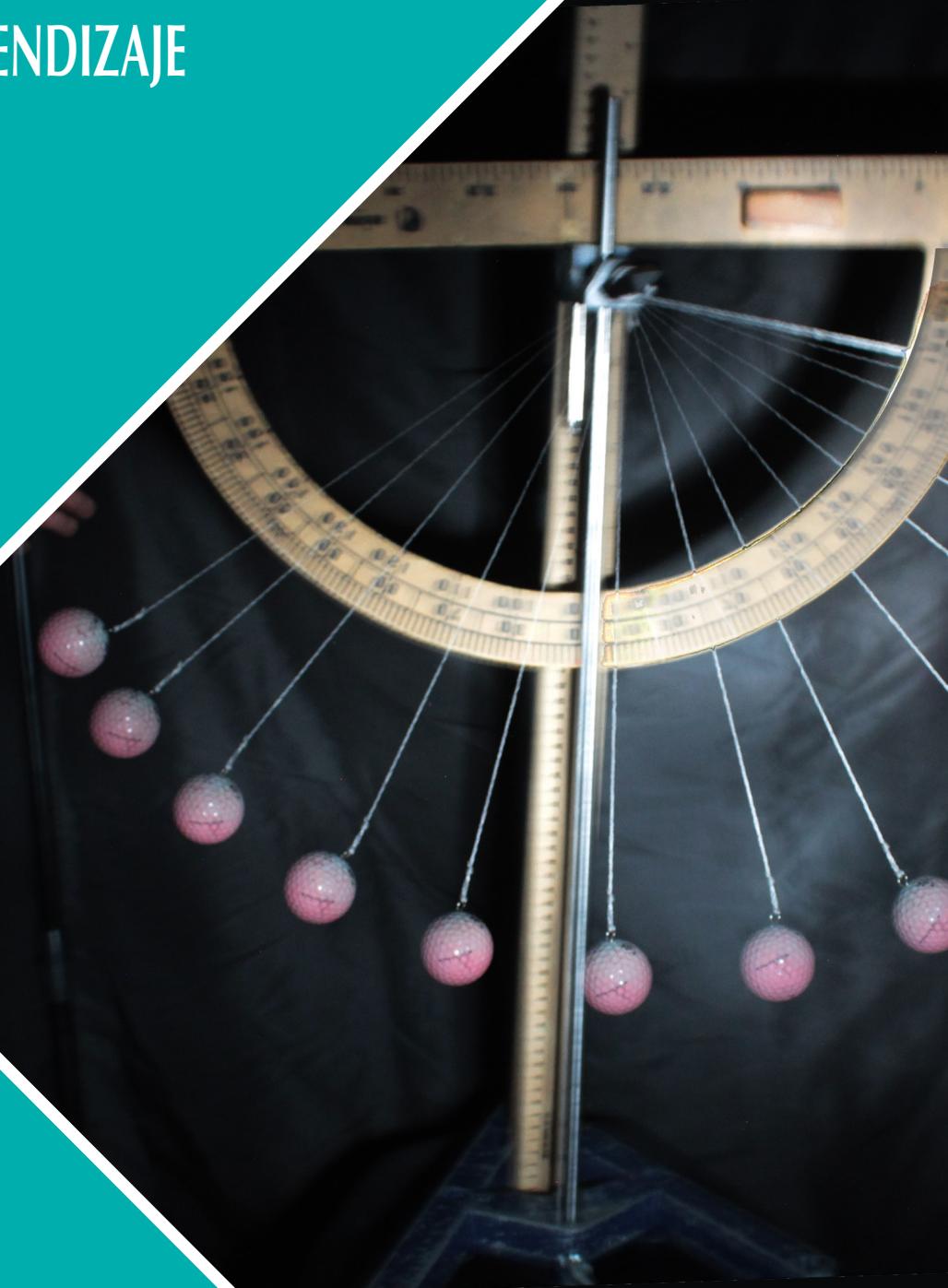


GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL. 19 NÚM. 2
MAYO - AGOSTO DE 2024



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Volumen 19-Número 2
Mayo - Agosto de 2024

Revista cuatrimestral
Facultad de Ciencias y Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Olga Lucía Castiblanco Abril

Gestión editorial

Juan David Malaver

Equipo técnico de apoyo

Diego Fabian Vizcaino Arevalo

Sandra Milena Zabaleta

Leidy Paola Suarez

David Rodriguez Barbon

Grupo de Investigación:

Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Apoyo gestión OJS

Oficina de Investigaciones

Corrección de estilo

Fernando Carretero Padilla

José Daniel Gutiérrez Mendoza

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Portada

Diego Fabian Vizcaíno Arevalo



**Revista Gondola, Enseñanza y
Aprendizaje de las Ciencias**

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Olga Lucía Castiblanco Abril
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editora en jefe
Juan David Malaver
Gestión Editorial
Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editor de contenidos
Sandra Milena Zabaleta
Leidy Paola Suarez
David Rodriguez
Apoyo Técnico Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Paulo Idalino Balça Varela
Universidade do Minho, Portugal

Dr. Nestor Camino
Universidad Nacional de la Patagonia. Argentina

Ph.D. Agustín Adúriz Bravo
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Ph.D. Alvaro Chrispino
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

Ph.D. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

Ph.D. Deise Miranda Vianna
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Ph.D. Eder Pires de Camargo
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, Brasil

Ph.D. Eduardo Fleury Mortimer
Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

Ph.D. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Ph.D. Eugenia Etkina
Rutgers University, EE. UU.

Ph.D. Jorge Enrique Fiallo Leal
Universidad Industrial de Santander, Colombia

Ph.D. Nicoletta Lanciano
Sapienza Università di Roma, Italia

Ph.D. Roberto Nardi
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauro, Brasil

Ph.D. Silvia Stipcich
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

COMITÉ EVALUADOR

Mg. Claudia Patricia Romero Arias, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.

Dra. Daniele Lopes Oliveira, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil.

Diego Fernando Becerra Rodriguez, Universidad de la Sabana, Colombia.

Dra. Dora Magaly Garcia Ibarra, Universidad Surcolombiana, Colombia.

Dr. Tahisin Gómez Rodríguez, Universitaria Agustiniana, Colombia.

Dra. Elaine de Farias Giffoni, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

Mg. Fredy Adrián Ramírez Narváez, Secretaría Departamental de Educación de Antioquia, Colombia.

Dr. Gilberto Castrejón, Instituto Politécnico Nacional (CICATA-Unidad Legaria), México.

Dra. Inês Trevisan, Universidade do Estado do Pará (Altamira), Brasil.

Dra. Isabela Santos Correia Rosa, Universidade Federal de Sergipe (São Cristóvão), Brasil.

Dr. Jesus Cardoso Brabo, Universidade Federal do Pará, Brasil.

Dr. José Carlos Pinto Leivas, Universidade Franciscana, Brasil.

Mg. Josias da Assunção de Deus Oliveira, Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Dra. Márcia Notare, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Dra. Marisol Santacruz Rodríguez, Universidad del Valle, Colombia.

Mg. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares, Universidade Federal de Goiás, Brasil.

Márlon Herbert Flora Barbosa Soares, Universidade Federal de Goiás, Brasil.

Miguel Alejandro Rodríguez Jara, Universidad de Playa Ancha, Chile.

Dra. Neusa Nogueira Fialho, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil.

Dr. Rafael García Cañedo, Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Cuba.

Mg. Roiman Amed Badillo Bejarano, Secretaría de Educación del Distrito (Bogotá), Colombia.

Mg. Sara Souza Pimenta, Universidad de Szeged, Hungría.

Dr. Sérgio Choiti Yamazaki, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Mg. Solvay Mora Rondón, Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario, Colombia.

Dra. Suelen Bomfim Nobre, Universidade Feevale, Brasil.

Dra. Taitiâny Kárita Bonzanini, Universidade de São Paulo, Brasil.

Dr. Wilson Elmer Nascimento, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

Dra. Yasmin Lima de Jesus, Universidade Estadual Paulista Júlio e Mesquita Filho, Brasil.



Contenido

EDITORIAL

Las potencialidades que tiene aprender a pensar la Física en el desarrollo de habilidades de pensamiento y de transformación social

209

Olga Lucía Castiblanco Abril

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a Arthur Galamba

213

Interview with: Arthur Galamba

Entrevista com: Arthur Galamba

Olga Lucía Castiblanco Abril

ARTÍCULOS

Secuencia didáctica en torno a conceptos de luz y ondas, basados en el aprendizaje deductivo-dialéctico desarrollado en un proceso de educación popular

219

Didactic sequence around concepts of light and waves based on deductive-dialectical learning in a process of popular education

Sequência didática em torno dos conceitos de luz e ondas a partir da aprendizagem dedutiva-dialética em um processo de educação popular

Iván Darío Piernagorda Peña

Representações das inteligências múltiplas nas atividades presentes nos livros didáticos de biologia

234

Representations of multiple intelligences in the activities present in biology textbooks

Representaciones de las inteligencias múltiples en las actividades presentes en los libros de texto de biología

Regina Braga Silva, João Paulo Cunha de Menezes

Uma experiência da engenharia didática com as identidades de fibonacci com o aporte do software geogebra

244

An experience of teaching engineering with fibonacci identities with the contribution of geogebra software

Una experiencia de enseñanza de ingeniería con identidades de fibonacci con el aporte del software geogebra

Carla Patrícia Souza Rodrigues Pinheiro, Francisco Régis Vieira Alves, Daniel Brandão Menezes



Contenido

O educar pela pesquisa como possibilidade para ensinar ciências na educação infantil: reflexões na formação continuada de professores Education through research as a possibility to teach science in early childhood education: reflections on the continuous training of teachers La educación a través de la investigación como posibilidad de enseñar ciencias en la educación infantil: reflexiones sobre la formación continuada de docentes <i>Rosanara Bourscheid, Judite Scherer Wenzel</i>	259
Una propuesta de abordaje multirreferencial del hacre. Posibles vinculaciones entre química y salud A multirefencial approach to hacre. Possible links between chemistry and health Uma proposta de abordagem multirefencial para o hacre. Possíveis ligações entre química e saúde <i>Martín Pérgola, Andrea Revel Chion</i>	273
An optical illusion of volume promoted by the transformation of a paper model from a square prism to a tetrahedron Una ilusión óptica de volumen promovida por la transformación de un modelo de papel de un prisma cuadrado a un tetraedro Uma ilusão óptica de volume promovida pela transformação de um modelo de papel de um prisma quadrado para um tetraedro <i>Rosa Elena Arroyo-Carmona, Jaime Vázquez Bravo, Marco A. Mora-Ramírez, Gerardo Paredes-Juárez, Aarón Pérez-Benítez</i>	290
O que aprendemos com a covid-19? (Re)pensando o (novo) ensino médio e o ensino de ciências What have we learned from covid-19? (Re)thinking the (new) brazilian high school and science teaching ¿Qué hemos aprendido del covid-19? (Re)pensando la (nueva) escuela secundaria en brasil y la enseñanza de las ciencias <i>Guilherme Balieiro Gomes, Juliana Soares de Oliveira</i>	298
Conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo na formação inicial de professores de ciências: estado do conhecimento Pedagogical technological knowledge of content in the initial training of science teachers: state of knowledge Conocimiento tecnológico pedagógico de contenidos en la formación inicial del profesorado de ciencias: estado del conocimiento <i>Laís Gottardo, Paula Vanessa Bervian</i>	313



Contenido

Ensino de evolução: narrativas de um professor de biologia que também é um religioso Evolution teaching: narratives of a biology teacher who is also a believer Enseñanza de evolución: narrativas de un profesor de biología que también es un creyente <i>David Figueiredo de Almeida</i>	327
Representações sociais sobre infecções sexualmente transmissíveis conferidas por gays e hsh's em aplicativos de relacionamentos: direcionamentos em educação para a saúde Social representations about sexually transmitted infections given by gays and msms on dating apps: directions in health education Representaciones sociales sobre infecciones de transmisión sexual, dadas por gays y hshs en aplicaciones de citas: direcciones en educación para la salud <i>Felipe Fontana, Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior, Suelen de Gaspi</i>	339
Enseñar física clásica mediante el teatro: una apuesta por la cognición corporizada Teaching classical physics using the theater: a commitment to embodied cognition O ensino de física clásica através do teatro: um compromisso com a cognição incorporada <i>Carolina Cárdenas Roa, José Joaquín García García</i>	358
Can we teach physics for epistemic justice? ¿Podemos enseñar física para la justicia epistémica? Podemos ensinar física para a justiça epistêmica? <i>Arthur Galamba</i>	375



Las potencialidades que tiene aprender a pensar la Física en el desarrollo de habilidades de pensamiento y de transformación social

Olga Lucía Castiblanco Abril* 

Cómo citar este artículo: Castiblanco Abril, O. A. (2024). Las potencialidades que tiene aprender a pensar la Física en el desarrollo de habilidades de pensamiento y de transformación social. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 209-212. <https://doi.org/10.14483/23464712.22076>

Al investigar la Didáctica de la Física y su enseñabilidad desde su dimensionalidad, resultados presentados en Castiblanco (2023), Castiblanco (2021) y Castiblanco y Nardi (2023) se ha encontrado que lo primero que facilita el aprendizaje de esta disciplina es el desarrollo del pensamiento del profesor en torno a la estructura mental con la que piensa y repiensa la Física, lo cual, además, tiene unas consecuencias en su crecimiento como sujeto individual y social. El aprendizaje de la Didáctica de la Física facilita estudiar las propias formas de construir conocimiento científico, también lleva a la comprensión del porqué y el cómo debe construir su propio discurso para dialogar con otras personas. También, puede reconstruir sus imaginarios sobre los sentidos y significados de la matematización de la Física en un contexto educativo, así como construir criterios fundamentados para el uso pertinente de recursos de apoyo como las tecnologías, la experimentación y la literatura, con el fin de transformar realmente las prácticas de aprendizaje y de enseñanza de la Física.

La Física es una ciencia con características epistemológicas específicas que la diferencian de cualquier otra ciencia, inclusive dentro del campo de las Ciencias Naturales. Es especialmente retadora del sentido común, exige habilidades tanto para la observación a simple vista como la sistemática de la naturaleza. Pero la naturaleza que se observa no es necesariamente la que se ve con los ojos, sino la que se construye en organizaciones mentales para poder interpretarla; a su vez, requiere de entrenamiento y de trabajo cooperativo para construir consensos que permitan consolidar verdades, aun cuando estas puedan ser provisionales, transitorias o apenas en construcción. Desde esta perspectiva, se ha caracterizado la Didáctica de la Física como una posibilidad de re-conocimiento, de desarrollo del pensamiento científico de las personas y, aún más, de crecimiento personal.

Desde la dimensión disciplinar, se logra agudizar el sentido crítico de las propias concepciones tanto en Física como en Enseñanza de la Física, a través de ejercicios metacognitivos que les permiten a los profesores analizar aspectos como: la necesidad de desarrollar el

* PhD. en Educación para la Ciencia. Docente e investigadora de la Facultad de Ciencias y Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá (Colombia). Correo electrónico: olcastiblanco@udistrital.edu.co.

lenguaje en la construcción de sus explicaciones, el significado de "observar" un fenómeno físico, la importancia del análisis en profundidad de la Historia, Filosofía y Epistemología de la Ciencia, para superar visiones ingenuas y la posibilidad real de ganar autonomía para la re-construcción de su conocimiento científico. Cuando se piensa la Física para sí mismos desde la metacognición, se aprende a no autoengañosamente, pues se puede ir lo más a fondo posible en los propios dilemas, y esto ayuda a ser más coherentes, por ejemplo, para articular conocimientos de diversas áreas y así mejorar la comprensión de lo que se está pensando; se reconocen las características del propio lenguaje; se aprende a eliminar obstáculos epistemológicos; se construye la propia visión de lo que significa *la ciencia*, y lo que significa *hacer ciencia*.

Por ejemplo, cuando se analiza la Historia de la Física en esta dimensión de la didáctica, se puede llevar a debates sobre la observabilidad de la naturaleza, lo que está a la base de la producción de conocimiento científico sobre la naturaleza. Son diversos los autores que han definido lo que consideran "observable" en la naturaleza, y que han determinado los objetos de estudio de esta ciencia, así como los métodos mediante los cuales se estudian. Este tema es un detonante para el debate y la reconstrucción del significado de la "observabilidad en la naturaleza". ¿Lo observable lo construimos entre todos? ¿Todo lo observado por un observador se convierte en un "observable de la ciencia"? ¿Todos los "observables" son medibles? ¿Los "observables" de la física clásica son los mismos de la física moderna? Preguntas que cualquier persona estudiosa de la Física y que quiera enseñar a pensarla, se debería responder amplia y satisfactoriamente.

Con el trabajo en torno a la dimensión sociocultural se generan muchas inquietudes acerca de cómo caracterizar problemáticas de aula para la enseñanza y el aprendizaje de la Física, y así proyectar soluciones pertinentes a cada contexto educativo. El docente en ejercicio o en formación debe ganar en la toma de conciencia sobre la importancia de interrelacionar diferentes conocimientos que provienen de las Ciencias Sociales y Humanas, con el fin de propiciar ambientes de clase que favorezcan el crecimiento personal de todos los participantes, superando la visión simplista de que solo se aprende a enseñar enseñando y "echando a perder".

Cuando se piensa en contarle nuestro conocimiento de la Física a alguien más, y ese alguien es diferente no solo en cultura, sino que aprende de modos diversos y con otros propósitos de vida, se aprende que es importante saber hablar de Física con todo el mundo, y esto implica construir un discurso propio y contextualizado. Se reconoce que se debe avanzar en solitario, pues se necesita de la comunicación con el otro para saber que se están logrando acuerdos en las comprensiones de los fenómenos. También, se enfrentan desafíos para comunicar ideas, lo que obliga a ampliar el repertorio de lenguaje; se descubre que una conclusión es en realidad la superposición de muchas ideas diversas; se aprende a observar, describir y explicar; se desarrolla el pensamiento crítico, el sentido de la tolerancia –más allá de tener paciencia, es construir colectivamente–; se amplia el significado de la inclusión en donde no hay unos buenos y poderosos pensadores que tratan de enseñarle a otros débiles, sino que es posible asumirse parte de una diversidad que requiere acciones especiales para ser incluido en los procesos colectivos a los cuales todos los participantes aportan desde sus condiciones de vida.

En esta dimensión del discurso didáctico del profesor, se pueden estudiar problemáticas que son verdaderos objetos de estudio de la Enseñanza de las Ciencias, como la deconstrucción de la hegemonía de la visión frente a la posibilidad del entendimiento no visual o no

auditivo, la integración de todos los sentidos a los procesos de aprendizaje de las ciencias, el reconocimiento de que todos tenemos debilidades y potencialidades para aprender la física y, a su vez, todas esas debilidades se pueden asumir como oportunidades de crecimiento.

Entendemos también que no todo el mundo debe ver los fenómenos naturales con la misma óptica. Así, si todos aprendiéramos a observar y a apreciar el mundo con los cinco sentidos y en diversos formatos de aprendizaje, habría mayor capacidad de diálogo y construcción colectiva, tendríamos mejores comprensiones sobre todas las cosas de la vida. También se aprende que el sentido, la finalidad o el objetivo de aprender Física no es el mismo para todos, hay proyectos alternativos al hegemónico proyecto de vida exitoso –“grandes científicos”-. Igualmente, se vive para transformar al otro y dejarse transformar, pues no hay una sola mejor manera de “ser” y de “existir”. La verdadera construcción social consiste en reconocer que todos somos seres humanos, que aprendemos unos de otros y nos transformamos mutuamente.

Por ejemplo, suele asumirse erróneamente que la enseñanza de la Física para personas diversas visuales, auditivas o cognitivas, requiere de construir otra Física, o hacer algo que está fuera de la Física “normal”. Es claro que los procesos de comunicación deben ser adecuados para cada persona con sus características, pero en un proceso de aprendizaje de un concepto, el tema en discusión es común para todas las personas, independiente de su diversidad funcional, y es precisamente al profesional de la enseñanza a quien le corresponde diseñar los recursos de comunicación adecuados. Cuando se aprende a relacionarse con otras personas en torno al aprendizaje de la Física para construir conocimiento, se aprende a valorar el trabajo en equipo; surge un esfuerzo por hacerse entender de manera sincera; se desarrolla argumentación para resolver problemas conjuntamente; se aprende a debatir; se enfrentan verdaderos desafíos y se adquiere autonomía intelectual.

En cuanto a la *dimensión interaccional*, que en este trabajo es la tercera fase de formación del discurso didáctico del profesor, estoy inclinándome por denominarla *dimensión transformacional*, pues en la realidad se ha encontrado que en este nivel el docente está listo para transformar sus más profundas convicciones sobre la Física y la Enseñanza de la Física; por tanto, podrá transformar la realidad educativa. Un aspecto básico es aprender a reformular la relación física y matemáticas; otro es sobreponerse al sentido de que alguien aprenda Física más allá de aprender a recitar algunas leyes. Aquí es necesario que el docente supere la visión técnica de que el uso de recursos de apoyo en el aula constituye la Didáctica de la Física, o la solución directa a los problemas de enseñanza, como la falta de motivación, la indisciplina, el desinterés, entre otras problemáticas que usualmente paralizan el accionar de los profesores y los vuelve dependientes de actividades que suplan su acción docente, ya sea entreteniendo a sus alumnos o castigándolos, para poder decir que se hizo algo en la clase.

Es necesario que los profesores reflexionen sobre las verdaderas potencialidades de los recursos tecnológicos, bibliográficos y experimentales, para enriquecer las interacciones en el aula, pero que definitivamente requieren del profesor criterios profesionales para decidir el modo de ponerlos en escena. Esto implica el dominio del contenido específico de la Física y las formas de interacción en el aula para lograr los objetivos educativos.

Usualmente, en contextos tradicionales, esta relación entre Física y Matemáticas es de naturaleza utilitaria, en el sentido de que se restringe al dominio de ecuaciones para resolver problemas. Este hecho contradice la idea que muchos autores han demostrado acerca de que la comprensión de una ecuación en Física no se limita a conectar símbolos con variables

físicas, sino que supone imaginarse el comportamiento del fenómeno natural para poder describir la línea argumentativa con la que se construye el modelo.

Se ha encontrado que es posible desarrollar procesos de matematización en el aula que superen estas limitaciones, a partir de la planeación de secuencias de construcción de conocimiento en al menos tres fases consecutivas: (1) abordaje fenomenológico, cuando los estudiantes toman conciencia de la existencia de un hecho especial con la naturaleza; (2) observación de los sistemas físicos, cuando el estudiante aprende a formular hipótesis y a identificar variables, parámetros y constantes, entendiendo la diferencia entre un sistema real y uno ideal, así como aprende a formularle preguntas a la naturaleza; y (3) modelado, cuando se crea la estructura del concepto en una organización de símbolos y representaciones que responde a las formas reales de pensar sobre el fenómeno en estudio.

Todas las necesidades de diseño metodológico que estas tres fases imponen, pueden ser resueltas con la creación e integración adecuada de diversas tipologías de recursos de apoyo en el aula: (1) de experimentación, que facilitan la consolidación de ciertas habilidades de pensamiento y cambian los roles del docente y el estudiante; (2) de tecnologías de la información y la comunicación, que facilitan la diversidad de formatos de presentación del contenido y que conectan con los intereses de los estudiantes; y (3) de literatura, que permiten la formación de habilidades para la comprensión, creación, imaginación, posicionamiento político y filosófico, entre muchas otras.

Referencias

- Castiblanco, O. (2021). *Tipologías de experimentación para la enseñanza de la Didáctica de la Física*. Edições Hipótese.
- Castiblanco, O. (2023). *La dimensión sociocultural de la didáctica de las ciencias: desde la formación de profesores de física*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Castiblanco, O. y Nardi, R. (2023). *Didáctica de la Física*. 3.^a ed. Editorial Cultura Académica, UNESP.



ENTREVISTA A ARTHUR GALAMBA¹

Por: Olga Lucía Castiblanco Abril² 



Fotografía: Arthur Galamba

Arthur Galamba (AG)

Doctor en Educación de la Universidad de Leeds (Inglaterra), graduado de la Maestría en Psicología Cognitiva, y del pregrado en Física de la Universidad Federal de Pernambuco (Brasil). Enseñó física en escuelas secundarias en Brasil y en el Reino Unido durante más de trece años, y actualmente es formador de docentes en Londres. Arthur está fascinado por cómo las prácticas de enseñanza actuales son influenciadas por programas que han sido prominentes en los últimos 150 años. Sus intereses de investigación actuales son: educación científica para la democracia, descolonización de la ciencia, formación inicial de maestros internacionales y la epistemología de la ciencia.

Palabras claves: justicia social, enseñanza de la física, formación de profesores.

Olga Castiblanco (OC)

Doctora en Educación para la Ciencia. Magíster en Docencia de la Física. Licenciada en Física. Docente e investigadora de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Galardón en Buenas Prácticas de Innovación Pedagógica 2021, del Ministerio de Educación Nacional (Colombia). Premio Mujeres de Éxito, en la Categoría Educativa, 2020 (Colombia). Fundadora y líder del Grupo de Investigación en Enseñanza y Aprendizaje de la Física (2007-actual). Fundadora y editora de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (2006-actual).

* Dr. En Educación. Profesor titular King's College London. Correo electrónico: arthur.galamba@kcl.ac.uk.

** Dra. en Educación para la Ciencia. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: olcastiblancoa@udistrital.edu.co.

Olga Castiblanco (OC). En primer lugar, agradecemos al doctor Galamba por aceptar la invitación a compartir con nuestros lectores parte de su experiencia de vida.

Arthur Galamba (AG). Un saludo, agradeciendo por la invitación, con todo gusto estoy aquí para servir.

OC. Nos gustaría empezar por conocer cómo fue tu trayectoria de formación académica tanto formal como no formal, y qué lo llevó a dedicarse a la investigación en Enseñanza de la Física.

AG. El proceso, en verdad, no fue muy pensado; fue más sentido. Yo decidí ser profesor de Física porque siempre me gustó la Física; pero primero entré a la universidad a estudiar ingeniería, después estudié computación, y resultó que no me sentía cómodo, ni feliz en esos lugares. A mí, realmente, me gustaba era la Física, yo daba clases particulares de Física y me gustaba mucho hacer eso. Entonces me quedé pensando que realmente me gustaría ser profesor de Física, y fue curioso porque había estado en programas de ingeniería y computación que eran muy apetecidos en el momento y muy competitivos para ingresar, pero decidí irme para la Licenciatura en Física, lo cual fue bastante inusual; normalmente, las personas no harían ese recorrido. Después, cuando ya fui profesor, estuve enseñando Física por doce años.

OC. ¿En qué nivel educativo la enseñabas?

AG. En la Educación Media... pero después, más o menos del séptimo año de estar ejerciendo, empecé a sentir que mi vida se volvía algo monótona. Ya dominaba bien el currículo y sentía que no tenía mucho más que aprender; pero al mismo tiempo me inquietaba mucho saber cómo es que los estudiantes aprendían. Me preguntaba por qué había que enseñar Física de esa manera como la enseñábamos, y así fue como decidí ir a hacer la maestría, con la intención de entender cómo los estudiantes aprenden, y por eso la maestría fue en Psicología Cognitiva.

OC. Ese salto es muy interesante, porque tu formación de base es la Física y luego vas para la Psicología Cognitiva...

AG. Sí, porque quería saber cómo es que las personas aprenden y tenía una inquietud especial en el aprendizaje de las ciencias, y ahí empecé a aplicar algunas teorías del aprendizaje, como las del francés Gerard Vergnaud.

OC. Sobre los campos conceptuales.

AG. Sí, y apliqué esto para mi tesis de maestría, y fue una experiencia muy interesante. Pero, después de algunos años, continuaba sintiendo que necesitaba aprender más sobre la educación, y por eso fue que decidí irme a hacer el doctorado. Pero, ya para el doctorado, volví a cambiar de área; me fui para la Historia de la Enseñanza de las Ciencias, porque mis preguntas eran: ¿por qué enseñamos Física hoy de la manera como la enseñamos?; ¿de dónde vino eso?; ¿quién decidió qué era lo que se enseñaba y del modo como lo enseñamos? Y ahí tuve la oportunidad de ir para Inglaterra a cursar el doctorado. Allí, hice un estudio sobre el trabajo de un educador portugués que se llama Rómulo de Carvalho, que fue un profesor muy importante en Portugal en el siglo pasado, entre las décadas del treinta y del setenta. Él fue profesor en los liceos portugueses, pero ese fue un periodo de una dictadura fascista en Portugal, la dictadura salazarista. Eso me llamó mucho la atención, porque se decía que el profesor Rómulo era humanista, y me pareció muy interesante saber cómo es que un profesor humanista de tanto impacto, tuvo libertad para trabajar sin ser callado por la dictadura fascista. Y, entonces, me dediqué a estudiar la obra de él desde esa perspectiva y pude sacar algunas conclusiones con las que quedé muy satisfecho.

OC. ¿Cuáles fueron esas conclusiones?

AG. Bueno, veamos. Lo primero es que el profesor humanista puede ser humanista, porque tiene una orientación pedagógica que busca que la educación

sea más accesible para los estudiantes. Entonces, por ejemplo, si el profesor quiere saber cómo relacionar lo que los estudiantes viven a diario con lo que se aprende en la escuela, esto lo lleva a tener otra visión de las cosas cotidianas y de lo que enseña, y actualmente hoy se trata mucho este tema...

OC. Sí, que es la necesidad de tener en cuenta el contexto para ajustar las metodologías de trabajo en el aula...

AG. Exactamente. Y también cosas relacionadas con la tecnología, por ejemplo, saber sobre el funcionamiento del televisor, del celular, de un carro o de la plancha, y así intentar usar la Física o la ciencia para explicar todas estas cosas, y esto es visto como una educación humanista. Pero, ser humanista también es intentar ayudar a las personas para que alcancen su máximo potencial humano.

OC. Su máximo desarrollo como personas.

AG. Exactamente. Y eso lleva asociado lo que llamamos *pensamiento crítico*. Sin embargo... y acá quiero llegar a la conclusión de por qué fue que él [Rómulo Carvalho] no tuvo problemas con la dictadura salazarista... En ciencias, uno puede tener dos tipos de pensamiento crítico, se puede ser el científico crítico, meticuloso, cuidadoso con los detalles dentro del mismo cuerpo del conocimiento científico. Si se es un excelente científico, cuidadoso y atento a los detalles, sin salirse del campo o del cuerpo del conocimiento científico, entonces se puede tener un pensamiento crítico que no cuestiona, por ejemplo, relaciones de poder en la sociedad, no tiene relación con la sociedad o la injusticia social, ni tiene relación... por ejemplo, con las estructuras... con el racismo estructural...

OC. Ni con estructuras de poder económico.

AG. Sí. Ni, por ejemplo, con la explotación de personas que se mantienen en la ignorancia y que por ello pueden ser manipuladas. Entonces, una cosa

es tener un pensamiento crítico dentro del campo de conocimiento científico, y otra es tener un pensamiento crítico que relaciona aquello que se hace, es decir, el conocimiento específico que se produce, con la vida en la sociedad, en donde se considera el impacto que tiene este conocimiento en la sociedad, o cuáles son las consecuencias que el trabajo científico va a tener en la vida de las personas, etc. Entonces, en el caso de Rómulo de Carvalho, en su trabajo científico educativo, nunca incluía cuestionamientos sociales, solamente se ocupaba de cuestionamientos científicos y tecnológicos. Por ejemplo, él trató de educar personas poco privilegiadas por la sociedad: personas pobres, analfabetas, con poca educación. Y escribió para esas personas, para que pudieran aprender Física. Por eso es visto como un humanista, pero él no cambia en nada las estructuras de poder en la sociedad.

OC. Entonces, no representa una amenaza para nadie en especial.

AG. Claro. Sin embargo, curiosamente, él era poeta también, y escribió muchas poesías... y esas poesías que escribió sí tenían una carga de cuestionamientos sociales. Hay un poema de él que es muy famoso que se titula "Lágrima de negra", y lo interesante es que en su poesía él incluye contenidos científicos. Así es que este poema [...] se trata de que él analiza los componentes químicos de la lágrima de una negra.

OC. ¡Qué interesante! Porque eso invita a una reflexión muy profunda

AG. Exactamente. Y hay que tener en cuenta que, en esa época, Angola estaba liberándose del colonialismo de Portugal, década de 1960, y había muchos conflictos, había guerra, y estaba muy activo el racismo contra los africanos en toda Europa y, obvio, en Portugal. Entonces, él escribió ese poema para mostrar que cuando él analizó la lágrima de una negra, encontró allí exactamente los mismos componentes químicos de una lágrima de cualquier

ser humano. Entonces, creo que tal vez... por la misma belleza de la poesía, él no sufrió censuras, seguramente...

OC. No lo entendieron o no le dieron importancia...

AG. Yo creo que el sistema lo entendió, pero había un ambiente que le favorecía... porque también muchas canciones fueron compuestas con las letras de sus poemas. En fin, el caso es que, a través de mi tesis de doctorado, empecé a abrir mis ojos más hacia las cuestiones sociales asociadas al aprendizaje de las ciencias. Eso ocurrió más o menos entre 2009 y 2013, cuando estaba haciendo el doctorado.

OC. ¡Qué curioso! Por esa misma época, yo también estaba haciendo el doctorado. Bueno, pasemos ahora a hablar de cuáles son tus objetos de estudio en la actualidad; cuáles son tus intereses de investigación; cómo proyectas a futuro tu desarrollo en la investigación en Enseñanza de la Física.

AG. Bueno, desde 2018, cuando Jair Bolsonaro fue elegido presidente del Brasil, yo decidí dedicar parte de mi trabajo científico contra el fascismo, entonces produje algunas publicaciones tratando esta temática. En 2021 publiqué un artículo con un colega con quien duramos tres años trabajando en esto, desarrollando la pregunta sobre cómo es que la Educación en Ciencias puede luchar contra el fascismo. También otras publicaciones sobre cómo decolonizar el currículo, hablando de Paulo Freire, de Giroux, de Dussel, y tantos otros pensadores que alimentan una comprensión de cómo podemos entender el conocimiento eurocentrado, apenas como una poderosa forma de hacer ciencias, pero que excluye otras formas de hacer ciencia y de hacer investigación. Y el fascismo es eso, es cuando se excluyen otras formas de pensar, otras formas de ser.

OC. Sí, cuando se privilegia una manera de ser por encima de todas las demás.

AG. Sí. Y entonces se convierte en una ideología misógina, racista; es una ideología xenofóbica, y yo creo que principalmente es una ideología intolerante, que no acepta lo diferente, la diversidad, ni la inclusión. Entonces, es una ideología que solo responde a los intereses de una pequeña parte de la población, y así, las personas africanas, principalmente personas de etnias minoritarias, sufren mucho con el racismo; también, la mujer, que aún hoy tiene una relación de poder muy desequilibrada en la sociedad, en el campo político, económico, de salario, aún existe una brecha salarial muy grande entre hombres y mujeres en la industria de forma general y en el comercio. Entonces, mi pregunta es: ¿qué es lo que podemos hacer como profesores de física, o profesores de ciencias para cambiar esa realidad? Porque no queremos continuar solamente interesados en aquello que amamos que es la ciencia, que debe continuar avanzando. Pero ¿cómo hacemos para atraer más personas de otros grupos sociales que no sean exclusivamente hombres, blancos, con dinero o con poder que suelen ser vistos como mejores científicos, y que a cambio, podamos integrar personas diversas para que desarrollen la ciencia y colaboren con la construcción de una sociedad más igualitaria?

OC. Ciento, y me gustaría saber cómo integras esta preocupación por la justicia social, con las tecnologías digitales que vienes estudiando.

AG. Sí, ese es el otro campo que vengo investigando más o menos desde 2020, que es el uso de las tecnologías digitales, de forma que facilite ese mismo objetivo. Entonces, la pregunta es cómo podemos utilizar la tecnología que está disponible en todo lugar, en todas partes donde hay un computador, un celular, las aplicaciones, las redes sociales y demás... cómo podemos hacer para que el uso de estas tecnologías nos ayude a interactuar más, con el objetivo de aprender más, de tener más diálogo y más pensamiento crítico, y que todos ganemos con eso. Porque creo que, actualmente, la distracción es muy grande con las tecnologías; por ejemplo, cuando

estamos en clase las tecnologías se convierten en una distracción muy grande tanto para profesores como para estudiantes, y eso no está bien. Entonces, cómo hacemos para que todos continuemos hablando de cosas que son importantes, ayudándonos y aprendiendo con el uso de esta tecnología, y que eso sea reconocido y valorado socialmente.

OC. Interesante, me gustaría que nos describieras de manera sintética en qué consiste el Collabits.

AG. El Collabits es una plataforma que, antes que nada, pretende darles a los estudiantes mayor presencia y participación en las clases. El profesor puede colocar allí en ese espacio, al cual el alumno tiene acceso también permanentemente, todos los recursos digitales que van a ser utilizados en la clase; por ejemplo, si se tiene un artículo en PDF, videos, también se pueden organizar trabajos en grupo, pueden colocar preguntas que los estudiantes responden directamente y todos pueden ver lo que los demás están haciendo. Pero, además, los propios estudiantes pueden agregar contenidos en el mismo desarrollo de la clase como preguntas, observaciones, imágenes, videos; pues ellos tienen la manera de ir aportando a la clase también, y el profesor puede aprovechar esto para evaluarlos permanentemente, y cuando se dice evaluar no se está pensando en un tipo de cuestionario o de cumplimiento de requisitos para dar una nota, sino [...] de una evaluación formativa, es decir, de que continuamente el profesor puede tratar de entender dónde es que los alumnos están logrando aprender, cuándo o por qué ellos no logran entender, y enfocar la atención en aquellos puntos en donde tienen mayores dificultades. Además, también ofrece la oportunidad de que, si hay algunos alumnos que logran aprender más rápido que otros, pueden ayudar a sus compañeros por medio de la plataforma.

OC. ¡Excelente! Para finalizar, me gustaría que le ofrecieras alguna sugerencia o consejo a aquellos jóvenes que se están formando como futuros profesores de Física, hacia dónde podrían ellos enfocar sus proyecciones para desarrollarse en esta profesión.

AG. Yo creo que el momento político que estamos viviendo actualmente en el mundo es muy importante, y hace importante que todos los profesores tengamos una cierta visión política que llevamos a la práctica. Pero más allá de todo, necesitamos que el profesor se mantenga siempre interesado en sus alumnos, en cómo están aprendiendo, cuáles son sus intereses, sus sueños, qué los motiva a aprender o qué los desmotiva, cuál es el mundo que ellos viven. Yo ya tengo casi 50 años, y mi hijo tiene 6 años, y siento que el mundo que él va a vivir es bien diferente al que yo viví, de modo que los profesores que están empezando ahora con veintitantos años de edad, tal vez tengan una percepción más cercana al mundo que viven los jóvenes de 15 años. Sin embargo, con el pasar del tiempo, lo normal es que uno se distancia de las realidades de los niños y los jóvenes, y los profesores no podemos permitir que eso ocurra; tenemos que continuar siempre intentando vivir el mundo de los niños y los jóvenes para mantenernos conectados y hablando el mismo lenguaje.

OC. Es verdad. Agradecemos mucho tu amable disposición y tus reflexiones.

AG: Soy yo quien agradezco.

Producciones recientes de Arthur Galamba

Droubi, S., Galamba, A., Fernandes, F., Mendonça, A. y Heffron, R. (2023). Transforming education for the just transition. *Energy Research & Social Science*, 100, 103090. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103090>

Galamba, A. y Gandolfi, H. (eds.). (2023). *Critical pedagogies in STEM education: Ideas and experiences from Brazil and the UK*. Autografia.. https://www.stemeducationhub.co.uk/wp-content/uploads/2023/05/Critical_PedagogiesEN.pdf.

Galamba, A. y Matthews, B. (2021). Science education against the rise of fascist and authoritarian movements: Towards the development of a pedagogy for democracy. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 581-607.

Galamba, A. y Matthews, B. (2023). Decolonizing the curriculum. En S. Gibbons, M. Glackin, E. Rushton, E. Towers, R. Brock (eds.), *Becoming a teacher. Issues in Secondary Education*. 6.^a ed. Open University.

Kato, D., Galamba, A. y Monteiro, B. (2023). Decolonial scientific education to combat 'science for domination'. *Cultural Studies of Science Education*, 18, 217-235. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10165-4>



[218]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 19, No. 2 (mayo - agosto, 2024), pp. 238-243, pp. 213-218



SECUENCIA DIDÁCTICA EN TORNO A CONCEPTOS DE LUZ Y ONDAS, BASADOS EN EL APRENDIZAJE DEDUCTIVO-DIALÉCTICO DESARROLLADO EN UN PROCESO DE EDUCACIÓN POPULAR

DIDACTIC SEQUENCE AROUND CONCEPTS OF LIGHT AND WAVES BASED ON DEDUCTIVE-DIALECTICAL LEARNING IN A PROCESS OF POPULAR EDUCATION

SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM TORNO DOS CONCEITOS DE LUZ E ONDAS A PARTIR DA APRENDIZAGEM DEDUTIVA-DIALÉTICA EM UM PROCESSO DE EDUCAÇÃO POPULAR

Iván Darío Piernagorda Peña* 

Cómo citar este artículo: Piernagorda Peña, I. D. (2024). Secuencia didáctica en torno a conceptos de luz y ondas basados en el aprendizaje deductivo-dialéctico desarrollado en un proceso de educación popular. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 219-233. <https://doi.org/10.14483/23464712.20204>

Resumen

El presente trabajo de acción-investigación busca crear y cambiar en el transcurso de la implementación una secuencia didáctica en física de características liberadoras-emancipadoras en un proceso de educación popular desarrollado en la localidad de Ciudad Bolívar, en la unidad de planeamiento zonal Ismael Perdomo, Bogotá (Colombia). Mediante diferentes técnicas de enseñanza/aprendizaje, como los métodos deductivos, dialógicos, discrepantes y dialécticos, se dividió el desarrollo de la clase en cuatro momentos: discrepante, filosófico, científico natural (sobre ondas sonoras, refracción y reflexión de la luz) y, por último, social y político. En conclusión, una participación activa y crítica de las y los estudiantes; así mismo, se evidenció un desarrollo deductivo y dialéctico de pensamientos científicos (lógicos e históricos) en torno a problemáticas discrepantes, sociales y políticas con base a los conceptos de ondas mecánicas, interferencia, reflexión y refracción. Asimismo, se demostró que en los barrios populares las y los estudiantes crean y construyen conocimiento a partir de sus saberes previos, superados por ellas y ellos mismos a saberes científicos; así, desarrollan transversalmente su capacidad organizativa y de trabajo colectivo, y hacen de los procesos de aprendizaje/enseñanza en la clase una forma local de liberación y emancipación de las ideologías impuestas por el sistema económico mundial.

Palabras clave: educación popular, ciencias físicas, didáctica, pedagogía de la liberación.

Recibido: 11 de Diciembre del 2022; aprobado: 11 de Octubre de 2023

* Licenciado en Física, Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular, Colombia, ivandpp97@gmail.com

Abstract

This action-research work seeks to create and change during the implementation of a didactic sequence in physics with liberating-emancipatory characteristics in a process of popular education developed in the town of Ciudad Bolívar in the Ismael Perdomo zonal planning unit, Bogotá, Colombia. Using different teaching-learning techniques such as deductive, dialogical, discrepant and dialectical methods. Dividing the development of the class into four moments, a discrepant moment, a philosophical materialist-dialectical moment, a natural scientific moment (about sound waves, light refraction and reflection) and finally, a social and political moment. Concluding an active and critical participation of the students; likewise, demonstrating a deductive and dialectical development of scientific thoughts (logical and historical) around discrepant, social and political problems based on the concepts of mechanical waves, interference, reflection and refraction; demonstrating that, in popular neighborhoods, students create and build knowledge based on their previous knowledge, surpassed by them and themselves to scientific knowledge, transversally developing their organizational capacity and collective work, making learning processes -teaching in the class, a local form of liberation and emancipation from the ideologies imposed by the global economic system.

Keywords: Popular education, physics science, didactics, liberation pedagogy.

Resumo

Este trabalho de pesquisa-ação busca criar e mudar durante a implementação de uma sequência didática em física com características libertadoras-emancipatórias em um processo de educação popular desenvolvido na cidade de Ciudad Bolívar na unidade de planejamento zonal Ismael Perdomo, Bogotá, Colômbia. Utilizar diferentes técnicas de ensino-aprendizagem como métodos dedutivos, dialógicos, discrepantes e dialéticos. Dividindo o desenvolvimento da aula em quatro momentos, um momento discrepante, um momento filosófico materialista-dialético, um momento científico natural (sobre o físico) e, por fim, um momento social e político. Concluindo uma participação ativa e crítica dos alunos; da mesma forma, demonstrando um desenvolvimento dedutivo e dialético do pensamento científico (lógico e histórico) em torno de problemas discrepantes, sociais e políticos com base nos conceitos de ondas mecânicas, interferência, reflexão e refração; demonstrando que, nos bairros populares, os alunos criam e constroem saberes a partir de seus saberes prévios, superados por eles e por eles mesmos ao saber científico, desenvolvendo transversalmente sua capacidade de organização e trabalho coletivo, tornando os processos de aprendizagem-ensino em sala de aula, uma forma local de libertação e emancipação das ideologias impostas pelo sistema econômico global.

Palavras chave: Educação popular, ciência física, didática, pedagogia da libertação

1. Introducción

En un mundo donde la desigualdad parece ser inmutable, se concentra y se hace cada vez más fuerte, todo a costa del enriquecimiento de otras personas, es indispensable pensar, construir y luchar. Ciudad Bolívar (CB) es una localidad periférica de la ciudad de Bogotá, que con el pasar de los años, se ha autoconstruido; sus casas, sus servicios, sus derechos, su espacio físico son fruto de una fuerte organización y amor por el territorio y la territorialidad (FOPAE, 2013). Se podría afirmar que se ha estado construyendo poder popular, el cual se defiende con el trabajo de las personas y las colectividades que viven allí. Sin embargo, la localidad por años ha sido estigmatizada principalmente por dos razones: la violencia y la pobreza económica. Esta percepción de la localidad construye un imaginario de opresión y de inferioridad sobre sus habitantes; crea un poder que se ejerce sobre ellos, poder sobre el pensamiento, poder sobre la cultura, es un poder hegemónico como lo diría Gramsci, y recopilado por KANOSSI, ORTEGA (2001) de la charla del profesor Benedetto Fontana: es la proliferación en el pueblo de una particular concepción del mundo y de un modo de vida que funda y mantiene el Estado.

El panorama parece triste y desolador; sin embargo, la organización y la lucha por parte de colectividades que trabajan allí desprende un aire de esperanza y de aliento. La educación popular se nos presenta como una alternativa a esta hegemonía (forma de entender y comprender a CB); una contrahegemonía y una forma de hacer educación que tiene como fin empoderar y dar herramientas a las clases populares en función de las necesidades inmediatas de las personas de la localidad. El Colectivo Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular ha trabajado en esto por más de cinco años, ha caminado las montañas de la unidad de planeamiento zonal (UPZ) 69, en particular, como respuesta a la

necesidad del acceso de las y los estudiantes a estudios de educación superior en las universidades públicas, como aporte concreto a la mitigación de estas problemáticas. Además, busca mostrar y crear otra perspectiva a las y los estudiantes sobre CB, demostrar que es un territorio de lucha donde se construye y desea la paz, que es, en últimas, un territorio de historias, memorias e infinitas posibilidades.

Apoyando a la solución de esta problemática, en este trabajo de investigación de tipo cualitativo, se toma como objetivo general plantear e implementar una secuencia didáctica en la Enseñanza de la Física a través del *aprendizaje deductivo* con una problemática discrepante inicial con bases en la *educación popular* (EP) en la UPZ 69 de CB, Bogotá (Colombia). Dentro del Preicfes Popular y Comunitario Ciudad Bolívar, llevado a cabo por el colectivo Sotavento en el componente de física del año 2022, se tomaron como base los componentes disciplinarios que aborda el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) sobre ondas sonoras y geometría de la luz, específicamente, interferencia de ondas, descripción pictórica de una onda, intensidad, y refracción de la luz, esto con el propósito de:

- A. Crear un ambiente de preguntas, de construcción de hipótesis, preguntas problemas y razonamientos contrastivos, con la finalidad de desarrollar el componente creativo, dialéctico y filosófico en las y los estudiantes.
- B. Brindar y construir conceptos sobre fenómenos físicos (sin abordar el modelo matemático) a las y los estudiantes, sobre lo planteado en ondas sonoras y luz.
- C. Generar que las y los estudiantes sean partícipes de la construcción de su empoderamiento sobre su territorio y conductas, para esto, no solamente hace falta enseñar los contenidos disciplinarios, sino generar dentro de estos momentos de trabajo colectivo, crítica-autocrítica, reconocer la importancia de

organizarse y dialogar, en respuesta a realidades sociales, mundiales o territoriales que impliquen una distinción entre quién cumple el papel de la o del opresor y quién el de la o del oprimido.

2. Marco teórico

A partir del segundo punto del *Decálogo de Educación Popular* del colectivo SOTAVENTO (2019) (“construimos herramientas de empoderamiento a través de la educación para nosotros, los excluidos y desiguales”), se parte de la elaboración de una secuencia didáctica que desarrolle y amplíe este manifiesto. De manera que se utilicen diferentes bases teóricas para la producción de este.

a. Dimensión didáctica

Partiendo del concepto de didáctica de la física desarrollado por CASTIBLANCO, NARDI (2014), se entiende que

- El educador debe comprender mínimamente los conceptos físicos, los cuales se van a abordar, tener claro los conceptos de ondas mecánicas y lo que respecta a reflexión y refracción de la luz. Se plantea que los ejercicios de metacognición no se dan únicamente antes a la intervención, sino también durante este proceso. Sin embargo, para esta investigación no se analizan los procesos metacognitivos del educador popular, aunque en la elaboración de la secuencia didáctica se tendrá en cuenta.
- El contexto social y de conocimientos previos se tuvo en cuenta al momento de realizar la secuencia didáctica, ya que, previamente se habían ejecutado dos clases sobre fuerzas y electroestática, con la gran mayoría de estudiantes, en donde se observaron diferentes características de las y los estudiantes: estudian en colegios públicos y privados; en su gran mayoría se encuentran en grado undécimo;

tenían un acercamiento a conceptos y modelos matemáticos sobre física (electrostática); no se les dificultaba el análisis sobre lecturas y la utilización de tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC), comentando que en sus colegios ya habían utilizado diferentes simulaciones de PhET¹.

b. Empoderamiento

Según FREIRE (2002), los oprimidos por sus mismas condiciones materiales e históricas tienden a recrear en sí mismos las siguientes conductas:

- Proyectan la sombra del opresor desde sí mismos sobre otras personas.
- Se tiende a crear un imaginario de inferioridad sobre sí mismos, sobre las cosas que no tienen y otros sí, como por ejemplo, capital económico y capital cultural.
- Su visión de persona nueva se da individualmente y no colectivamente.
- Temen a la libertad, por cuanto no saben cómo es, y llegan a creer que la libertad es la que se da desde la perspectiva capitalista.

A partir de esto se plantean diferentes fases que pueden mitigar estas conductas:

- A. Mostrar un problema por grupos de tal manera que sea discrepante², con el fin de generar un ambiente menos tenso, lleno de preguntas, y con intención de participar en clase.
- B. Analizar el problema y arrojar hipótesis sobre la solución, en busca de que sean lo más conspirativos posible, y con el propósito de que las y los estudiantes puedan dejar a un lado su miedo por la participación generando en sí más libertad al momento de crear y participar.
- C. Dar pistas que:

1. PhET es una herramienta online de simulaciones interactivas sobre ciencias y matemáticas.

2. Según BARBOSA, MORA-LEY (2010) un experimento discrepante es aquel que genera un entendimiento fenomenológico contraintuitivo.

- Generen una intencionalidad en dar respuesta por grupos, para que la colaboración y la organización sean incentivadas indirectamente en el estudiantado.
- Puedan ser deducidas a través de la pregunta planteada, con el fin de generar un diálogo entre docente-compañeras y compañeros (teniendo en cuenta que la o el docente no responderá ninguna pregunta, sino que guiará el proceso de deducción).

- D. Realizar una lista de preguntas e hipótesis que respondan a la problemática.
 E. Analizar las pistas y retomar de nuevo el documento.

c. Aprendizaje deductivo

Como lo describe HARVEY (2018), el aprendizaje es un proceso dialéctico que encuentra un inicio y un fin, el cual pasa por múltiples procesos, errores y aciertos, que se concluyen, lo que permite aprehender de procesos anteriores, sin eliminarlos de todo su aprendizaje, sino que se interiorizan y dan una respuesta de ser, por lo que en la práctica, al momento de aplicar una secuencia didáctica con *aprendizaje deductivo*³, se le debe reconocer positivamente al estudiante los errores que cometa durante toda la aplicación de esta.

Además, como se comprende que la o el estudiante son participantes activos de su proceso de aprendizaje, es importante recalcar que la o el docente cumple el papel de mediadores y no de centro de atención (como en muchos casos, autoritario). Por esta razón, se propone trabajar con el *aprendizaje deductivo*, ya que, si bien existen diferentes métodos de aprendizaje/enseñanza, creemos que este en particular puede

ser implementado para responder a este objetivo emancipador de la EP.

3. Metodología

La investigación se realizó en la localidad de Ciudad Bolívar, en la UPZ 69, en la sede del sindicato Sintrafilmex, con un total de 25 estudiantes entre los 16 y 18 años aproximadamente, en su mayoría de grado undécimo. Se obtuvo la ayuda de tres educadoras populares, las cuales participaron en la recolección de audios e interacción con las y los estudiantes; además, el investigador de este trabajo intervino con los instrumentos previamente creados, con un tiempo de 1 h y 40 min.

Se planearon cuatro momentos de acuerdo con las fases teóricas propuestas inicialmente.

a. Momento discrepante

Según PIERNAGORDA PEÑA *et al.* (2020), es pertinente trabajar con la imaginación, incentivando y estimulando a la o el estudiante a través de una situación que les sea cotidiana o impactante. Además, como lo indican BARBOSA LIMA, CATARINO (2022) es importante combatir el carácter antagónico de la Física con otros campos del conocimiento, como la Literatura, por lo que para este trabajo se creó un pequeño relato sobre un asesinato con el cual se plantearon varias incógnitas para la discusión, incógnitas que normalmente una persona soluciona bajo aprendizajes que ha obtenido de su experiencia, pero que no son razonamientos científicos y que crean obstáculos epistemológicos⁴ en el aprendizaje de algunos conceptos.

Dejamos el escrito elaborado por dos integrantes del colectivo Sotavento:

3. Conforme lo expone DÁVILA (2006) “el razonamiento deductivo permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación, además, permite deducir a partir de la teoría los fenómenos objeto de observación” (p.181).

4. Según BACHELARD (2007), un obstáculo epistemológico no es algo externo, sino interno, y se da en el momento mismo de conocer; también, vale la pena recalcar que no se discriminan los conocimientos empíricos obtenidos a través de los sentidos, sino que es una etapa más, la cual debe superarse.

Todo comienza con un ser al cual llamaremos persona A, esta persona trabaja como vendedor de televisores en algún lugar del mundo. Como es usual, empieza su día en el trabajo barriendo el piso de rombos, diagonal a la persona se encuentra la típica pecera con agua medio verde, emanando un olor peculiar, de nostalgia y desagrado acompañada de ese molesto ruido del filtro; una típica pecera inútil de una típica tienda. Al lado de esta se encuentran dos televisores que transmiten el rutinario programa del gobierno, tan plano y absurdo, declamando propuestas y proyectos que seguramente no serán cumplidos; pero en ese momento, la persona A se queda observando a otro ser a quien llamaremos persona C, pues este le intriga y le llama la atención.

La persona C está inmóvil en medio de los dos televisores, su rostro es tétrico pues tiene los labios secos, el ceño fruncido y una mirada perdida. Es probable que esté oyendo una noticia perturbadora y desgarradora –no es raro en un país como este–, o simplemente el olor de la pecera lo ha dejado estupefacto. Pero, acto seguido, casi rozando su cuerpo aparece otro ser, lo llamaremos persona B, la persona A lo observa. Sin embargo, sucede algo más extraño que el rostro de C, pues en el instante en que la persona B pasa a su lado, esta sale corriendo y la persona C comienza a comportarse chocante y raro, pues sus músculos se ponen rígidos, sus ojos se abren completamente y su boca se llena de saliva; su cuerpo se sacude en movimientos bruscos mientras su vejiga comienza a fallar. Finalmente, yace en el piso, de sus oídos y fosas nasales sale sangre de un color alarmante, fue bastante perturbador.

La persona A entra en desesperación, los olores y fluidos lo perturban un poco, pero comienza a correr fuera de la tienda y pide ayuda mientras C muere lentamente en el piso. Momentos después, llega la policía –bastante tarde para la urgencia de la situación– e interroga a A, quien responde: “¡Vi a la persona que mató a la persona C, lo vi todo con sus ojos! ¡Es esta la culpable!, por eso corrió como cobarde”. No obstante, la policía también interroga

a B, pero esta declara: “¡Yo no hice nada! Yo estaba lejos de C cuando empezó a temblar, pues ya se comportaba bastante extraño cuando pasé por su lado y, sin mediación ni contacto de ninguna persona, empezó a convulsionar. ¡Es obra del demonio! ¡Todos sabemos que esa calle siempre ha estado maldita! ¡MALDITA!“.

Es una situación incierta para la policía, no tienen testimonios sólidos ni para crear una conjectura, lo extraño del caso es que en donde sucedieron las cosas es un punto ciego para las cámaras de seguridad, hecho que levanta aún más sospechas. No había más testigos en la escena, solo un perro negro de abundante pelaje que se encontraba dormido en medio de los dos televisores y frente a la persona C.

¿Puede usted resolver esto y ser mejor que los policías? Siga las pistas que le puede brindar el o la docente. (Texto creado por las y los sotaventistas Iván Piernagorda e Isabel Penagos)

b. Momento filosófico

Según SUCHODOLSKI (1965), en la teoría marxista “la tarea de la filosofía consiste principalmente en la liberación del ser humano de las ilusiones, al mostrarle las raíces sociales de las mismas y en estimular a una acción para cambiar el mundo” (p. 5).

Este momento es fundamental, ya que las y los estudiantes estarán realizándose múltiples preguntas respecto al ¿quién?, ¿cómo?, ¿cuándo?, etc. De manera que, indirectamente, la o el docente deben incentivarlos a través de pistas, dudas o soluciones prácticamente imposibles, que generen contradicciones (proceso de análisis) para que se puedan crear múltiples determinaciones abstractas en sus procesos de construir la “verdad”.

Para este caso se les dividió en diferentes grupos, a los cuales se les entregó una pista o pregunta (P), para este caso utilizamos las siguientes:

P 1.1: ¿Nuestros sentidos captan la realidad tal cual es?

Si no conoce pregúntele a algún o alguna profe. Letra clave "e" (está de primera, cuarta y octava posición).

P 1.2: ¿Cómo identificar la verdad? (o acercarse)

- ¿Diciendo mentiras?
- ¿Observando la situación?
- ¿Escuchando a las demás personas?
- ¿Tachando de mentirosas a las personas?
- ¿Escribiendo lo que se observa?
- ¿Discutiendo con argumentos con nuestros compañeros o nuestras compañeras?
- ¿Algo más?

Si no conoce, pregúntele a algún o alguna profe.

P 1.3: ¿Es necesario negar la realidad para conocerla?

P 1.4: ¿Qué se sabe realmente del caso?

Pista 1.1⁵

La palabra clave, en esta primera parte, tiene que ver con la forma de acercarnos a la verdad. (¡Las ciencias lo utilizan todo el tiempo!)

fenómeno físico con el cual están interactuando. Además, se buscó adelantar diferentes tipos de experimentos mentales que fueran cotidianos, los cuales llevaran a una deducción frente a la intensidad del sonido y su frecuencia.

Asimismo, se preparó un espacio en donde las y los estudiantes pudieran leer o indagar en textos sobre física, con los cuales afianzaran sus razonamientos y lograran una superación de los obstáculos epistemológicos.

Finalizado este momento, las y los estudiantes ya deberían haber realizado varios procesos de síntesis y creado una estructura mental respecto a la explicación de los fenómenos físicos y el asesinato, e ideado múltiples determinaciones naturales pero no sociales; por esta razón, es importante llevarlos a una situación en la cual todo lo ocurrido en el asesinato pueda tener una intensión social, política e histórica.

Las preguntas que se utilizaron para abordar todas las cuestiones anteriores fueron:

P 2.1: ¿Qué ve la persona A y C?

Escriba en su cuaderno u hoja todos los detalles, su entorno, qué ve, qué dice, etc.

Letra clave "f" (tercera posición).

P 2.2: Un experimento interesante podría ser utilizar un vaso con agua y apuntar con un láser.

¿Qué pasa?

Intente apuntar a un objeto con el láser a través del vaso con agua.

¿Qué pasa?

¿Es importante para el caso este experimento? (Recuerde que en el caso había algo con agua).

P 2.3: ¿Cree usted que el concepto de onda será importante para el caso?

P 2.4: ¿Se ha preguntado qué es el sonido?

P 2.5: ¿Qué tienen que ver los televisores con el caso?

P 2.6: ¿Cree usted que el sonido puede matar a una persona?

c. Momento científico natural (sobre lo físico)

La base de este momento es la deducción y la recolección de las respuestas que se les dieron a las preguntas en el momento filosófico, por lo que se pretende crear las siguientes necesidades:

A. Una situación en la que sea necesaria la experimentación.

B. Una situación en la que sea necesario el conocer sobre conceptos físicos (para nuestro caso, óptica y ondas mecánicas).

Para esto, se preparó un espacio en donde se pudiera experimentar en un recipiente con agua y un láser en el que se podía simular la pecera de la historia, con el fin de que las y los estudiantes pudieran hilar los testimonios de las personas A y B con el

5. Para este caso, se deberá llenar los espacios en blanco con letras para hallar el concepto buscado.

P 2.7: Si se hace algún sonido incómodo como el de pasar un tenedor sobre una vajilla, ¿usted reaccionaría?

Pista 2.1

La palabra clave en esta segunda parte tiene que ver con la propiedad de la luz la cual hace que cambie en ángulo de incidencia.

R _____ C _____

Pista 2.2

La palabra clave en esta segunda parte tiene que ver con la propiedad de las ondas que se cancelan unas con otras.

S _____ P _____ N _____

d. Momento social y político

En este último momento, se dedujo la “solución” respecto al problema planteado; además, se dio algunas pistas para relacionarlo con algunas problemáticas al tipo de armas y posibles experimentos realizados en seres humanos. La información para este ejercicio se tomó de la página WikiLeaks, la cual dio a conocer múltiples testimonios sobre situaciones en común que tenían que ver con ondas sonoras, radiación y experimentos mentales, por lo que el objetivo último de este momento es dar una discusión respecto a cómo la tecnología y las Ciencias Naturales son también utilizadas para fines políticos y sociales.

También, creímos que aspectos básicos de criptografía harían más interesante el proceso deductivo e investigativo, ya que es importante comprender el uso de la información, y cómo esta se puede ocultar por razones sociales.

Las preguntas que se plantearon para este último momento fueron:

P 3.1: ¿Qué puede causar la muerte de una persona?

P 3.2: Según todo lo anterior ¿Quién o qué mató al sujeto C?

P 3.3: Recuerda lo sucedido en el “atentado” a la escuela de policía General Santander en Bogotá

Si no conoce pregúntele a algún o alguna profe

P 3.4: ¿Conoce ROT13? es una forma de cambiar las letras para ocultar mensajes (figura 1)

ry cebsrfe gvrar vasbeznpiba ;cvqnfryn!

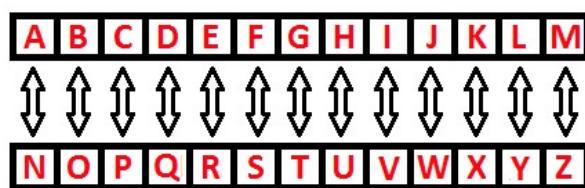


Figura 1. Representación de cifrado rot13 utilizado para decodificar la frase dada en la pregunta (P 3.4). **Fuente:** DARK [BYTE], 2011.

e. Matriz metodológica

La recolección de datos se hizo a través de un audio complementado con la experiencia del investigador dentro del espacio, el cual posteriormente se transcribió a un texto plano, para finalmente analizar las matrices mostradas en las tablas 1, 2 y 3, las cuales contienen las categorías, las variables y los instrumentos de investigación. Cabe aclarar que la fuente de datos en todo momento fue primaria (conversaciones de las y los estudiantes) y la técnica de recolección de datos fue *acción participante* u *observación participante activa*. Esto se debe a que el educador popular que lleva a cabo la intervención es el mismo investigador. Además, como lo menciona ANGUERA (1995), el observador activo maximiza su participación en lo observado, integrándose en su rol (en este caso como educador popular) con los demás existentes en la situación (las y los estudiantes).

4. Análisis de resultados

Tabla 1. Matriz de metodológica para el objetivo específico 1.

Objetivo específico	Categoría de análisis	Variable	Instrumentos
Crear un ambiente de preguntas, de construcción de hipótesis, y razonamientos contraintuitivos, con la finalidad de desarrollar el componente creativo, dialéctico y filosófico en las y los estudiantes .	<i>Pensamiento filosófico y dialéctico.</i> Se entiende que el pensamiento filosófico es un pensamiento crítico y reflexivo, pero además, dialéctico. Tal como lo menciona HARVEY (2018), esta forma de pensar ayuda a observar el devenir las cosas como procesos, flujos y fusiones, lo que permite crear un espíritu investigativo en la y el joven; de tal manera que, observamos el cambio a través de contradicciones desde un punto de partida inicial en el conocimiento hasta un punto de partida final, para demostrar que los procesos de aprendizaje no son <i>inmutables</i> .	Respuesta a preguntas. Hipótesis construidas por las y los estudiantes.	Grabadora, materiales, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 1, 2 y 3.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de metodológica para el objetivo específico 2.

Objetivo específico	Categoría de análisis	Variable	Instrumentos
Brindar y construir conceptos sobre fenómenos físicos (sin abordar el modelo matemático) a las y los estudiantes sobre lo planteado en ondas sonoras y luz.	<i>Ondas sonoras.</i> Según ALONSO, FINN (1976), una onda sonora recae en la categoría de ondas elásticas, debido a que su perturbación (deformación, presión o el desplazamiento de un volumen que contiene átomos) se propaga con cierta velocidad que depende de las propiedades del medio. Además, para el presente trabajo es importante resaltar el principio de superposición de ondas, el cual indica que si dos o más ondas progresivas se mueven a través de un medio, el valor de la función de onda en cualquier punto será la suma de funciones de onda de manera individual (SERWAY, JEWETT, 2006), de manera que, tenemos las siguientes relaciones de acuerdo con la definición $y_1 + y_2 = 0$ o aproximadamente a cero, lo cual implica una interferencia destructiva. <i>Refracción de la luz.</i> Una onda electromagnética plana al alcanzar una superficie plana, tiende a dividirse en dos partes: 1) una parte será <i>reflejada</i> de nuevo en el medio inicial con un ángulo igual al inicial, y 2) una parte de la onda será <i>refractada</i> a través del material con superficie plana, y su ángulo de incidencia estará sujeto a la <i>ley de Snell</i> , según ALONSO, FINN (1976).	Planteamiento de preguntas. Formas de deducción.	Grabadora, materiales, botella de agua, láser rojo, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 2.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Matriz de metodológica para el objetivo específico 3.

Objetivo específico	Categoría de análisis	Variable	Instrumentos
Generar que las y los estudiantes sean partícipes de las construcciones de su empoderamiento sobre su territorio y conductas.	<p><i>Trabajo colectivo y organización.</i> La estrategia del neoliberalismo y el capitalismo ha sido la individualización de las y los sujetos, estrategia que se ha evidenciado en las formas de trabajo, tales como el <i>home office</i>, el <i>teleperformance</i> y los negocios independientes. En el caso de la educación, como lo describe DÍEZ (2021), se puede ver en la individualización entre estudiantes/estudiantes y estudiantes/profesores, tal como se da en el <i>homeschooling</i>, por lo que es menester, en un trabajo de educación popular, volver a la juntanza, a entablar una conversación a través del diálogo y el juego. Como lo enuncia RICAURTE (2021), somos seres sociales, que interactuamos entre sí; expresamos y debatimos ideas en torno a diferentes posiciones, por lo que la organización es fundamental para entendernos y escucharnos en un diálogo permanente, sin saltar o pasar por encima de otras ideas.</p>	<p>Creación de grupos de trabajo.</p> <p>Formas de trabajo en grupo.</p>	Grabadora, materiales, botella de agua, láser rojo, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 1, 2 y 3.
	<p><i>Crítica y autocritica.</i> En los procesos de organización marxistas leninistas, como lo es el colectivo Sotavento, los procesos de reflexión y análisis son fundamentales, ya que, como lo expresa ZAPATA (2022), la consolidación de la colectividad en períodos de transición está sujeta a constantes ejercicios de crítica y autocritica, lo cual permite superar las problemáticas frente a lo organizativo, pues se da cara a las coyunturas políticas y sociales que surjan. De manera que se cree importante para los ejercicios de educación popular generar un ambiente donde las y los estudiantes puedan realizar constantemente este ejercicio, al mostrar sus problemáticas individuales y colectivas al momento de aprender.</p>	<p>Planteamiento de ideas</p> <p>Refutación de ideas entre las y los mismos estudiantes</p>	

Fuente: elaboración propia.

a. Momento filosófico-dialéctico

Cuestionando la realidad

Las primeras preguntas que se les formuló a las y los estudiantes fueron: “¿Qué es la realidad?”, “¿Sus sentidos los engañan?”, “¿Cómo podemos aproximarnos a una cuasiverdad?”, de manera que ellas y ellos respondieron lo siguiente:

Tal vez es producto de su imaginación, o todos nosotros somos producto de nuestra imaginación [...]. Nuestros sentidos captan la realidad tal cual es [...]. Es un instante, pero no es real. Es una imaginación del hombre que construyó, pero no es real, es hecho, es elaborado. (Estudiantes, intervención, 2022)

La pregunta en torno a lo que es y no es verdad fue una buena táctica para introducir los conceptos de *realidad*, *engaño* e *ideología*; ya que muchas y muchos estudiantes en este primer momento mostraron gran interés en este tema. Este concepto de *lo real* pudo haberse gestado debido a el momento histórico transcurrido en los años 2020-2021 por la pandemia del covid-19, puesto que la especulación, las noticias falsas, el control ideológico y político frente a la desinformación dieron paso al desarrollo de la creatividad e imaginación conspirativa, crítica, pero no científica del problema histórico.

Prejuicios y saberes previos

Los prejuicios y saberes previos también se mostraron en las intervenciones, saberes que, si bien responden a las preguntas sobre la realidad, algunos concurrían a prejuicios de clase y racismos. Se muestran las siguientes intervenciones que dieron lugar e importancia de la experimentación en el proceso científico

O sea; por ejemplo, para usted, ¿qué es real? ¿Los ovnis son reales? ¿Usted es real? ¿Usted cómo sabe que es real? [...] pensando... nosotros somos reales

porque si yo lo pellizco a usted le duele [...]. Algo que está comprobado científicamente. (Estudiantes, intervención, 2022)

Para las y los estudiantes el concepto de “comprobado científicamente” estaba asociado a la experimentación inmediata, de manera que, deductivamente, las y los estudiantes encontraron la necesidad de la experimentación como herramienta para descartar y concluir una verdad de lo sucedido en el texto.

Las siguientes intervenciones causaron malestar en algunas y algunos estudiantes que vieron un prejuicio racista en otros estudiantes con el concepto de “perro negro”. Si bien, la metodología de la investigación no tuvo en cuenta este concepto, es menester analizar esta situación: “Tenemos una teoría de que todo es culpa del perro negro porque realmente todos los libros hacen referencia a que eso es lo malo [...]. Es que... ¿por qué tiene que ser un perro negro?” (estudiantes, intervención, 2022).

Muchos de estos conceptos trascienden en el lenguaje cotidiano del racismo; esto nace de la herencia colonial e imperialista con la que fuimos y somos criados. De aquí también se desprende la actitud de las y los estudiantes que estuvieron en desacuerdo con las intervenciones, ya que no realizaron ningún acto de protesta o de inconformismo, y que finalmente estudiantes que realizaron la intervención no dieron disculpa alguna y tomaron el tema como una broma.

Hipótesis y conjeturas

Las siguientes intervenciones se dan por la necesidad de responder a la interrogante del texto:

Yo digo que es una enfermedad [...]. De pronto lo dejó al lado de la pecera [el perro] para que se envenenara el pez y pasara justo C y convulsionara, pero el perro estaba muerto, no estaba dormido. [...] Pues yo digo que no se puede tratar de un homicidio,

sino que la persona estaba enferma. (Estudiantes, intervención, 2022)

En este momento, no se observa la relación entre la pregunta sobre lo que es *la realidad* y el texto; sin embargo, sí se observa el entusiasmo por dar cualquier solución para responder al interrogante. Este hecho demuestra la importancia de que el texto sea discrepante, pues ayuda a las y los estudiantes a crear, participar, dialogar y dar soluciones a una situación problema.

b. Momento científico natural (sobre lo físico)

Experimentación y deducción

Para este momento, aún no encontraban relación alguna con la experimentación, de manera que fue importante dar pequeñas pistas o sugerencias de lo que debían hacer para entender la situación del texto:

Porque se refracta la luz con el agua. O sea, allá... y como es un material que refleja se refracta, es una onda. [...] ¿Tiene que ver algo el hecho de que sea plástico o vidrio? [...] Sí, vea que sí, fue la pecera quién lo mató. O sea, no la pecera, pero sí el reflejo, que pecado, entonces sí fue así [...]. La pecera tiene algo que ver [...]. No, él solo vio cuando se tapó los oídos y la convulsión. Él solo vio a la persona B cerca, pero según, la pecera puede distorsionar todo, puede estar lejos. (Estudiantes, intervención, 2022)

Para este momento se identificó, 1) la necesidad de las y los estudiantes para experimentar 2) la necesidad y la curiosidad de cambiar parámetros y encontrar variables y 3) relacionar los conceptos previamente dialogados sobre realidad y experimentación. Todo esto representó la deducción y solución del problema de la pecera, además de incorporar conceptos como *ángulo, luz, onda, reflexión y refracción*; también, fomentó la participación colectiva en el diálogo

estudiantes-educador popular y aumentar el apetito por descubrir y aprender más.

El siguiente momento finalizó con intervenciones deductivas y concluyentes, las cuales daban lugar a los conceptos de sonido como onda mecánica y de interferencias destructiva

Además podemos decir que los televisores estaban en un lugar alto, y el perro estaba en el piso, entonces las ondas le pegarían a C, no al perro. [...] Yo digo que las ondas en un punto se repelen, de que hay un punto ciego [...] ¿no hay sonido? ¿O baja su volumen? [...] Se chocan, pierde la fuerza [...]. O sea el sonido [...]. Por eso al perro no le afectaron las ondas. (Estudiantes, intervención, 2022)

El trabajo en equipo fue impresionante, ya que las y los estudiantes se encontraban en constante diálogo frente al concepto de *ondas*; también, las y los estudiantes se tomaron el espacio del tablero para realizar representaciones pictóricas sobre la forma de las ondas (figura 2). Al final concluyeron sobre por qué el perro se encontraba dormido y a la persona C le afectó el sonido. Cabe recalcar que el espacio del tablero representa un espacio de poder donde históricamente las únicas personas que pueden y han podido estar ahí han sido las y los docentes, por esto, para el proceso de educación popular es importante que las y los estudiantes tomaran este espacio, entendiendo también que el poder es de estudiantes-educador popular y no solo de uno o una.

c. Momento social y político

Para este momento es indispensable comentar que, a diferencia de cómo se tenía previsto, los análisis sociales y políticos realizados por las y los estudiantes fueron transversales en momentos previos, ya que siempre existió la duda sobre quién asesinó a la persona C y por qué. Además, la falta de tiempo fue contraproducente, puesto no se pudo concluir con la actividad y la metodología planeadas, por lo que el educador popular tuvo

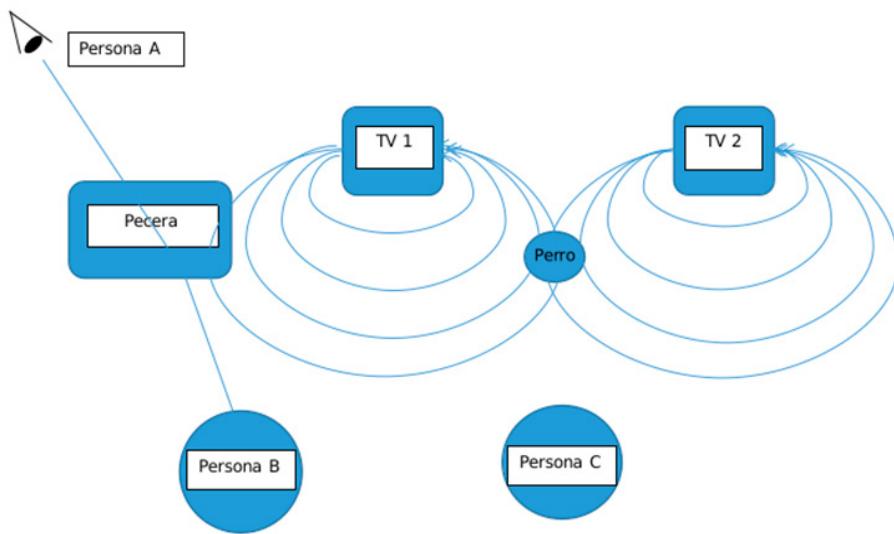


Figura 2. Representación pictórica dada por las y los estudiantes al estudiar los conceptos de *luz* (refracción y reflexión) y *ondas mecánicas* (sonido) sobre el texto abordado.

Fuente: estudiantes, 2022.

que resumir el tema de la lectura final y concluir con algunas palabras al respecto.

5. Conclusiones y recomendaciones

El momento discrepante inicial es indispensable, pues este propicia un ambiente de dudas y preguntas que dan lugar a la intriga y al planteamiento de hipótesis sobre lo que sucedió o sucederá, lo cual motivó a las y a los estudiantes a formular preguntas entre ellas y ellos, perdiendo el miedo a relacionarse y plantear hipótesis sin ser juzgadas y juzgados. Además, el texto, como instrumento para alcanzar este objetivo, incentivó a que las y los estudiantes llevaran a cabo ejercicios autónomos de lectura y relectura, con la finalidad de decodificarlo y encontrar las respuestas.

El aprendizaje deductivo fue una herramienta indispensable para la deducción y compresión de los conceptos, dado que las y los estudiantes pudieron definir a través de la experimentación la ley de *Snell* en su forma conceptual. Esto quiere decir que observaron relaciones directas entre el ángulo de entrada, ángulo de salida y

el tipo de material; también, cómo las ondas se propagan por diferentes medios, su forma pictórica y la relación entre dos ondas sonoras cuando se encuentran (lo que constituye el principio de superposición destructiva). Además, la propuesta didáctica incentivó la participación colectiva y la organización, brindando a las y los estudiantes herramientas para resolver problemas de manera científica (histórica y lógica). Se cree que, al interiorizar estos conceptos, las preguntas relacionadas en la Prueba Saber 11 serían analizadas de una mejor manera; sin embargo, este trabajo no tiene la facultad de concluir que sea así, puesto que no se ejecutó la resolución de preguntas planteadas en la prueba.

La enseñanza de la física también se puede dar desde los barrios populares, pues las y los estudiantes pueden democratizar, problematizar y dialogar sobre las ciencias naturales, así mismo los procesos de educación popular dan herramientas a ellas y ellos para el acceso a la educación superior. Asimismo, este trabajo puede concluir que el entendimiento de los fenómenos naturales son también consecuencia del desarrollo social,

económico y político por el cual atraviesa una sociedad. Además, la creación, comprensión y aplicación de estos conceptos no se dan únicamente en la academia (donde se cree que no se puede realizar investigación sin esta) sino también desde los diálogos y saberes populares, que son valiosos para comprender el mundo capitalista en el cual vivimos y salir de esa caverna con sombras que representan una idea de mundo que no es.

También, es importante concluir que la o el educador popular debe propiciar la crítica y la reflexión de manera certera y clara cuando se realiza algún tipo de comentario despectivo;; ella o él tienen el deber histórico de intervenir, corregir, analizar y concluir críticamente sobre cualquier comentario de odio sobre la clase oprimida.

Por último, respecto al espacio físico, el lugar donde se encuentra el tablero debe ser replanteado; también quién y quiénes lo usan, de manera que es importante no tener un único tablero sino varios, con los que las y los estudiantes puedan ejercer su derecho a plasmar y mostrar su conocimiento. La disposición de estos puede ser circular, ya que así todas y todos podrían ver y participar en las diferentes ideas de manera colectiva. Esta recomendación no desconoce las capacidades materiales y monetarias de las colectividades, se reconoce que la inversión monetaria es mínima en un proceso popular debido a que la gran mayoría de personas que trabajan allí también provienen de barrios y sectores populares, por lo que sus preocupaciones y obligaciones no solo recaen en la colectividad, sino que también en la manutención individual o familiar, sin olvidar que, en este sistema neoliberal la cantidad de horas dentro de un trabajo formal no se respeta o se realizan jornadas extremadamente largas, lo cual implica que el tiempo para realizar actividades fuera del trabajo formal sea prácticamente nulo. Por estas razones invertir tiempo para el crecimiento de un proceso o actividad dentro de una colectividad se hace revolucionario por el doble trabajo que deben realizar las y los integrantes de estas, pero además

se convierte en un proceso difícil y complejo de mantener.

6. Agradecimientos

Agradecemos a María Isabel Penagos y a Kenny Zapata por tomarse el tiempo de leer y realizar las respectivas retroalimentaciones para la publicación de este artículo; además, al proceso de educación popular llevado por las y los compañeros que conforman y llevan adelante el colectivo Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular, por enseñarnos, por ayudarnos y por entendernos como sujetos diferentes con problemas individuales y situaciones complejas. La juntanza en los procesos populares nos enseñó que la utopía de un mundo mejor puede llevarse a cabo por medio de procesos de educación revolucionarios.

7. Referencias

- Alonso, M.; Finn, E. J. (1976). *Física: Volumen II: Campos y ondas*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Angura, M. T. (1995). *Metodología de la observación en las ciencias humanas*. Cátedra Teorema.
- Bachelard, G. (2007). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Barbosa, L. H., Mora-Ley, C. (2010). Los experimentos discrepantes como una herramienta pedagógica en el aprendizaje de la Física. *Revista Colombiana de Física*, 42(1), p. 5. <http://fisica.udea.edu.co/rcf/ojs/index.php/rcf/article/download/420103/38>
- Barbosa Lima, M. C. A., Catarino, G. F. (2022). Ciencia y Literatura: análisis de un poema de Gedeão para la Enseñanza de la Física a la luz de la interdisciplinariedad y la teoría bajtiniana. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(1), 14-29. <https://doi.org/10.14483/23464712.18244>.
- Castiblanco Abril, O. L., Nardi, R. (2014). *Didáctica da física*. Cultura Acadêmica.
- Dark [Byte] (Ed.). (2011). Criptografía – ROT13. *Darkbyteblog*. <https://darkbyteblog.wordpress.com/2011/06/15/criptografia-rot13/>

- Dávila Newmann. G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 2(1), 180-205. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Díez, E. (2021). Gobernanza híbrida digital y Capitalismo EdTech: la crisis del COVID-19 como amenaza. *Foro de Educación*, 19(1), 105-133. <https://doi.org/10.14516/fde.860>
- Freire, P. *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
- Fondo de Previsión y Atención de Emergencias (Ed.). (2013). *Altos de la estancia*. https://issuu.com/fopae/docs/altos_de_la_estancia.
- Harvey, D. (2018). La dialéctica. *Territorios*, 39, 245-272. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-84182018000200245&lng=en&tlng=es
- Kanoussi, D., Ortega, C. (2011). Gramsci y Estado. En D. F. Ruccio (ed.). *Hegemonía, estado y sociedad civil en la globalización* (pp. 15-38). Plaza y Valdés, S. A.
- Piernagorda Peña, I. D., Ávila, A. V., Castiblanco, O. L. (2020). Construcción de lenguaje científico en niños de preescolar, en torno al concepto de luz. *Ciências Em Foco*, 13, e020017. <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/14755>
- Ricaurte, D. (2021). Sobre la enseñanza-aprendizaje desde una concepción marxista y leninista de la educación. *Revista Marxismo y Educación*, 2, 73-58. <https://revistamarxismoyeducacion.blogspot.com/2021/11/sobre-la-ensenanza-aprendizaje-desde.html>
- Serway, R. A., Jewett, J. W. (2006). *Física para ciencias e ingeniería*. Paraninfo.
- Sotavento (2019). *Caracterización Sotavento*. Archivos Internos.
- Suchodolsky, B. (1965). Evolución de los problemas pedagógicos en los escritos de Marx y Engels. En J. GRIJALBO (Ed.). *Teoría marxista de la educación* (pp. 4-5). Grijalbo.
- Zapata Gómez, K. (2023). *Educación y poder popular sistematización de experiencias del colectivo sotavento entre los años 2018 y 2021 en Ciudad Bolívar*. Universidad Santo Tomás.





REPRESENTAÇÕES DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS NAS ATIVIDADES PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

REPRESENTATIONS OF MULTIPLE INTELLIGENCES IN THE ACTIVITIES PRESENT IN BIOLOGY TEXTBOOKS

REPRESENTACIONES DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES EN LAS ACTIVIDADES PRESENTES EN LOS LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA

Regina Braga Silva* , João Paulo Cunha de Menezes** 

Cómo citar este artículo: Silva, R. B., Menezes, J. P. C. (2024). Representações das Inteligências Múltiplas nas atividades presentes nos livros didáticos de biologia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 234-243. <https://doi.org/10.14483/23464712.19718>

Resumo

O ensino de Biologia enfrenta desafios na abordagem dos conteúdos para evitar que estes sejam apenas memorizados. Assim, a integração das múltiplas inteligências nas atividades dos livros didáticos pode permitir aos alunos perceber os conteúdos de maneira contextualizada, possibilitando uma atuação crítica. Nossa objetivo foi investigar o grau de representação das múltiplas inteligências nas atividades didáticas de ecologia nos livros do Programa Nacional do Livro Didático de 2018, sob a perspectiva da Teoria de Inteligências Múltiplas de Gardner. Utilizamos um checklist baseado nessa teoria para examinar as diversas inteligências nas atividades dos livros de biologia. Dez coleções foram analisadas usando um método analítico descritivo. A análise revelou que a maioria dos livros foca nas inteligências verbal/linguística, visual/espacial, naturalista e lógico/matemática, enquanto as inteligências interpessoal e intrapessoal tiveram baixa frequência e as inteligências corporal/cinestésica e musical não foram detectadas. Os resultados indicam uma distribuição desequilibrada das inteligências nos livros examinados, sugerindo que as inteligências ausentes podem ser abordadas pelos professores para enriquecer o material didático.

Palavras chave: inteligências múltiplas; análise de livros didáticos; atividades; inteligência naturalista

Recibido: 22 de Julio del 2022; aprobado: 22 de Marzo del 2022

* Mestre em Ensino de Biologia, Universidade de Brasília, Brasil, silva.regina@aluno.unb.br.

** Doutor em Ciências. Universidade de Brasília, Núcleo de Educação Científica, joaopauloc@unb.br.

Abstract

Teaching Biology faces challenges in content approach to prevent it from being merely memorized. Thus, integrating multiple intelligences into textbook activities can allow students to perceive the contents in a contextualized manner, enabling critical action. Our goal was to investigate the degree of representation of multiple intelligences in ecological teaching content activities in books provided by the National Textbook Program of 2018, under the perspective of Gardner's Theory of Multiple Intelligences. We used a checklist based on this theory to examine the various intelligences in biology book activities. Ten collections were analyzed using a descriptive analytical method. The analysis revealed that the majority of the books focused on verbal/linguistic, visual/spatial, naturalistic, and logical/mathematical intelligences, while interpersonal and intrapersonal intelligences were observed infrequently, and bodily/kinesthetic and musical intelligences were not detected. The results indicate an imbalanced distribution of intelligences in the examined books, suggesting that the absent intelligences could be addressed by teachers to enrich the teaching material.

Keywords: multiple intelligences; textbook analysis; activities; naturalist intelligence

Resumen

La enseñanza de la Biología enfrenta desafíos en el enfoque de los contenidos para evitar que estos sean solo memorizados. Así, la integración de las inteligencias múltiples en las actividades de los libros de texto puede permitir a los estudiantes acercarse a los contenidos de manera contextualizada, posibilitando una actuación crítica. Nuestro objetivo fue investigar el grado de representación de las inteligencias múltiples en las actividades didácticas de ecología en los libros proporcionados por el Programa Nacional del Libro de Texto de 2018, bajo la perspectiva de la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner. Utilizamos una lista de verificación basada en esta teoría para examinar las diversas inteligencias en las actividades de los libros de biología. Diez colecciones fueron analizadas utilizando un método analítico descriptivo. El análisis reveló que la mayoría de los libros se centraban en las inteligencias verbal/lingüística, visual/espacial, naturalista y lógico/matemática, mientras que las inteligencias interpersonal e intrapersonal se observaron con poca frecuencia, y las inteligencias corporal/cinestésica y musical no se detectaron. Los resultados indican una distribución desequilibrada de las inteligencias en los libros examinados, sugiriendo que las inteligencias ausentes podrían ser abordadas por los profesores para enriquecer el material didáctico.

Palabras clave: inteligencias múltiples; análisis de libros de texto; actividades; inteligencia naturalista

1. Introdução

A educação básica, nas últimas décadas, tem presenciado importantes transformações e grandes críticas tanto aos currículos quanto aos métodos de ensino tradicionais. Entre essas transformações, destaca-se o aumento do protagonismo do estudante e o papel que ele deve desempenhar no processo de aprendizagem, bem como o papel do professor no apoio e facilitação desses processos (Dembo, 2010).

No entanto, diante desse cenário, surge uma lacuna entre o currículo pretendido (considerando os objetivos educacionais) e o currículo alcançado (considerando as realizações dos estudantes) (Valverde et al., 2002). A lacuna entre os currículos, até certo ponto, pode estar relacionada à qualidade dos materiais didáticos disponíveis para os professores. Nesse contexto, os livros didáticos (LD) formam um degrau importante entre o currículo pretendido e o alcançado, desempenhando um papel no processo de ensino e aprendizagem (Penuel et al., 2014). Além disso, esse recurso é frequentemente utilizado como base nos planejamentos de aula, confinando o conteúdo que está sendo ensinado e influenciando a estratégia de ensino utilizada (Zhuang et al., 2021).

Considerando os Livros Didáticos, é possível destacar a importância dos exercícios propostos, ou seja, as diversas perguntas, diretrizes, atividades e investigações que podem ser encontradas ao longo do livro e, especialmente, no final dos capítulos. Os exercícios apresentados nesse material didático desempenham um papel relevante nos processos de ensino e aprendizagem (Doyle, 1983). Apesar desta relevância, poucos estudos foram realizados sobre os exercícios apresentados em livros didáticos de Biologia, de forma que a literatura existente ainda é limitada. Considerando esta limitação, o objetivo deste estudo foi investigar qual é o grau de representações dos múltiplos tipos de inteligência

nas atividades didáticas no conteúdo de ensino de ecologia nos livros didáticos disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático de 2018, à luz da Teoria das Inteligências Múltiplas.

2. Marco Teórico

No Brasil, desde o ano letivo de 1997, quase todos os estudantes matriculados em escolas públicas de ensino fundamental e médio recebem, pelo Ministério da Educação (MEC), livros didáticos gratuitos para todas as disciplinas escolares. Este programa de distribuição de livros didáticos é denominado Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O PNLD foi instituído em 1985, como parte das políticas brasileiras de inclusão escolar. O objetivo geral deste programa é auxiliar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de livros didáticos na educação básica. Ademais, o PNLD compromete-se com a qualidade do conteúdo apresentado nos livros didáticos. Para alcançar esse objetivo, o Ministério da Educação nomeia comissões técnicas, compostas por pesquisadores e professores, para avaliar os livros didáticos em diversos aspectos, como respeito à legislação, diretrizes e normas gerais de educação, observância dos princípios éticos necessários à construção da cidadania e da vida social republicana, a coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica, entre outros (Höffling, 2006).

Segundo Morgan (2014), um livro didático bem elaborado tem o potencial de tornar o aprendizado mais atrativo, duradouro e significativo. Além disso, pode envolver ativamente a cognição dos estudantes de várias maneiras, como por meio de processamento visual, pensamento analítico, formulação de perguntas e teste de hipóteses. A relevância das atividades propostas encontradas ao longo dos livros didáticos e, especialmente, no final dos capítulos, é destacada neste contexto (Lima Soares, et al., 2018; Rudek et al., 2021). Além disso, Doyle (1983) acrescenta que “as atividades

desempenham um papel crucial na aprendizagem dos estudantes" (p. 162).

Para estimular todas as competências intelectuais nos estudantes, é importante proporcionar atividades que englobem diversos tipos de inteligência, conforme proposto por Gardner (1993). Gardner descreveu a competência cognitiva humana como um conjunto de potenciais, talentos e habilidades, denominados inteligências. Ele destaca que "os indivíduos possuem cada uma dessas habilidades até certo ponto; os indivíduos diferem no grau de habilidade e na natureza de sua combinação" (p. 15). Como uma das teorias mais populares sobre inteligência, a Teoria das Inteligências Múltiplas sugere formas distintas de inteligência.

A Teoria das Inteligências Múltiplas, proposta por Gardner (1993), desafia a noção tradicional de inteligência, argumentando que as capacidades humanas são mais amplas e diversificadas do que o que é medido pelos testes convencionais. Gardner identificou oito tipos de inteligências: linguística, lógico-matemática, visual-espacial, interpessoal, intrapessoal, musical, corporal-cinestésica e naturalista. Ele sustenta que cada indivíduo possui uma combinação única dessas inteligências, formando um "perfil de inteligência" (Gardner, 1993). Esta teoria sugere que oferecer aos estudantes uma variedade de atividades e abordagens de aprendizagem pode facilitar a compreensão de conteúdos de vários pontos de vista e promover um aprendizado mais inclusivo (Gardner, 1993; Hattie, 2012).

A incorporação da Teoria das Inteligências Múltiplas nos livros didáticos tem o potencial de enriquecer o engajamento, a motivação e o sucesso dos estudantes, além de aprimorar as práticas de ensino e avaliação (Jado, 2015). Contudo, estudos sobre a implementação dessas ideias em livros didáticos de ciências e biologia são limitados, apesar da evidência de que a inclusão de atividades que abrangem as diversas inteligências pode oferecer abordagens mais amplas para a aquisição

de conhecimento (Köksal & Yel, 2007). A análise da literatura revela que, embora a maioria dos tipos de inteligência esteja representada nos livros didáticos, certas inteligências, como as musical e naturalista, são menos abordadas, indicando uma oportunidade para o desenvolvimento de materiais mais inclusivos (Al-Zoubi & Adawi, 2019; Ashour, 2016; Ashtarian & Ashtarian, 2015; Botelho, 2003; Estaji & Nafisi, 2014; Jado, 2015; Taase, 2012; Wattanborwornwong & Klavinitchai, 2016).

3. Materiais e Métodos

A amostra da pesquisa foi composta por todas as coleções de Livros Didáticos disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 para o ensino médio, totalizando dez coleções. Considerando que o objetivo desta pesquisa é analisar as atividades de ensino de ecologia, foram examinados apenas os volumes que contêm esse tópico. As coleções estão organizadas em volumes (1, 2 e 3) que correspondem às séries do ensino médio. No entanto, as coleções dos livros didáticos não apresentam o conteúdo de ecologia de maneira uniforme; seis coleções abordam esse tópico no volume 3, enquanto apenas três coleções o apresentam no volume 1 (Quadro 1).

Foram analisadas todas as atividades presentes nos capítulos dedicados à ecologia. A abordagem dos tipos de inteligência nas atividades propostas em cada livro foi avaliada para determinar se as questões buscam desenvolver nas Inteligências Múltiplas nos estudantes. Esta avaliação segue a metodologia utilizada por Estaji e Nafisi (2014).

Para esta análise, adotou-se uma abordagem analítica descritiva, considerada apropriada para examinar as representações das Inteligências Múltiplas nos exercícios propostos nos livros didáticos relacionados ao ensino de ecologia. Estaji e Nafisi (2014) sugerem que essa metodologia pode ser empregada de forma objetiva, lógica e quantitativa para descrever o conteúdo aparente, com base nas unidades de análise definidas.

Quadro 1. Descrição dos livros didáticos analisados e a identificação numérica que será adotada neste trabalho.

Identificação	Código	Coleção	Autor (es)	Editora	Ano de publicação	Volume analisado
Livro 1	L1	Biologia Hoje	Sergio Linhares; Fernando Gewandsznajder Helena Pacca	Ática	2016	3
Livro 2	L2	Biologia: novas bases	Nélio Bizzo	IBEP	2016	3
Livro 3	L3	Biologia: ser protagonista	Antônio Carlos Bandouk	SM	2016	3
Livro 4	L4	Biologia	César da Silva Jr.; Sezar Sasson Nelson Caldini Jr	Saraiva	2016	1
Livro 5	L5	Bio	Sônia Lopes Sérgio Rosso	Saraiva	2016	1
Livro 6	L6	#Contato Biologia	Marcela Ogo Leandro Godoy	Quinteto	2016	3
Livro 7	L7	Biologia: unidade e diversidade	José Arnaldo Favaretto	FTD	2016	3
Livro 8	L8	Biologia moderna	José Mariano Amabis; Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2016	3
Livro 9	L9	Conexões com a Biologia	Miguel Thompsom; Eloci Peres Rios	Moderna	2016	1
Livro 10	L10	Biologia	Viviam L. Mendonça	AJS	2016	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Com o objetivo de realizar essa análise, foram calculadas as frequências de cada tipo de inteligência incluída nos exercícios, utilizando palavras, ideias, frases, figuras e questões de avaliação como unidades de análise. Foi realizada a codificação das variáveis que representam cada tipo de inteligência que poderia aparecer nos exercícios examinados, tratando-as separadamente. Importante destacar que uma mesma atividade pode apresentar mais de uma inteligência associada. Os tipos de Inteligências Múltiplas foram codificados conforme apresentado no Quadro 2. A pesquisa recebeu aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (UnB), sob o número de CAAE 38886520.3.0000.0030.

4. Resultados e Discussões

Os resultados dessa análise, baseada na contagem da frequência do emprego das Inteligências

Múltiplas nas atividades, revelaram uma distribuição heterogênea entre as coleções. Isso indica que as representações das diferentes inteligências foram apresentadas de maneira desequilibrada no conteúdo do tema analisado (ver Tabela 1).

As quatro inteligências que predominaram nesta análise foram: verbal/linguística, visual/espacial, naturalista e lógico/matemática (ver Tabela 3). Nenhum livro didático abordou as inteligências corporal/cinestésica e musical. O livro L9 apresentou duas atividades relacionadas à inteligência intrapessoal, enquanto os demais livros não exploraram essa inteligência. A inteligência interpessoal foi identificada em quatro livros, sendo particularmente prevalente no L9, onde foi a terceira inteligência mais frequente.

Resultados semelhantes foram observados por Botelho (2003), que analisou seis livros didáticos para examinar as inteligências dominantes em

Quadro 2. Codificação para análise de conteúdo das atividades propostas nos livros didáticos.

Tipo de inteligência	Indicadores	Códigos
Inteligência Verbal/ Linguística	Tomar notas, resolver os quebra-cabeças, responder, planilha, ouvir palestras, jogos de palavras, apresentar trabalhos, discussões, lembrar informações.	(VL)
Inteligência lógica/ matemática	Demonstrações e experimentos científicos, apresentação lógica/sequencial do assunto, argumentos lógicos, quebra-cabeças e jogos lógicos, resolução de problemas, prever, características básicas de figuras e os conceitos causais e de impacto, criar códigos, entender o estilo abstrato	(LM)
Inteligência visual/ espacial	Gráficos, uso de tabelas e gráficos, ilustrações, manipulação (vídeos, slides e filmes), uso de artes (cores, fontes...etc.), esclarecer ideias de forma visual, manipular mapas e, usar organizadores gráficos, narrativa imaginativa, modelagem, gráficos, e formas 3D, usa os mapas mentais, interage com os desenhos dos alunos, compartilha com atividades de consciência visual, usa telescópio/microscópio, aprende melhor vendo, assistindo e recuperando informações e dados por meio de gráficos e imagens.	(V/E)
Inteligência interpessoal	Trabalho conjunto, dinâmicas de relacionamentos e amizades facilmente, trabalho cooperativo, trabalho de projeto, resolução de problemas e resolução de conflitos, jogos de tabuleiro, reconhecer o humor, objetivos, motivações, sentimentos e intenções.	(IN)
Inteligência intrapessoal	Atividades por meio da autoavaliação, trabalhar em projetos individualizados, autonomia no desenvolvimento das ações, entender a si mesmo, suas forças, fraquezas, humores, desejos e intenções, entender como alguém é semelhante ou diferente dos outros, convencido de suas ideias, lidar com os próprios sentimentos, interessado em inventários, lista de verificação.	(IT)
Inteligência Musical	Vocalização e prática, reprodução de música gravada, reprodução de música ao vivo, apreciação de música, música de fundo, composição de música e canto.	(M)
Inteligência corporal/ cinestésica	Praticar tarefas, dinâmicas de movimentos criativos, esportes e jogos físicos, colocar em prática o aprendizado, usar o corpo para expressar pensamentos, sentimentos e resolver problemas.	(CC)
Inteligência naturalista	Distinguir classificação de organismos, classificação de elementos abióticos e bióticos, dinâmica que relate a natureza, identifica, classifica e organiza facilmente materiais, informações e ideias.	(N)

Fonte: Dados da pesquisa.**Tabela 1.** Distribuição das Inteligências Múltiplas nos livros de Biologia por frequência.

INTELIGÊNCIAS MÚLTIPAS																		
Liv	V	Ver./ Ling.		Log./ Mat.		Corp./ Cin.		Mus.		Inter.		Intra.		Nat.		Vis./ Esp.		T. At.
		n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	
1	3	39	3,9	5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,4	18	1,8	66
2	3	77	7,7	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,3	8	0,8	90
3	3	41	4,1	3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,9	18	1,8	71
4	1	56	5,6	4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,7	17	1,7	94
5	1	24	2,4	18	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,3	16	1,6	61
6	1	55	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,4	19	1,9	78
7	3	80	8,0	7	0,7	0	0	0	0	1	0,1	0	0	26	2,6	59	5,9	173
8	3	71	7,1	4	0,4	0	0	0	0	4	0,4	0	0	9	0,9	17	1,7	105
9	1	91	9,1	16	1,6	0	0	0	0	21	2,1	2	0,2	18	1,8	43	4,3	191
10	1	18	1,8	9	0,9	0	0	0	0	2	0,2	0	0	22	2,2	18	1,8	69
		552	55,3	68	6,8	0	0	0	0	28	2,8	2	0,2	115	11,5	233	23,3	998

Fonte: Dados da pesquisa Notas: Liv. = Livro analisado; vol. = Volume; Ver/Ling. = Inteligência Verbal/Linguística; Log/ Mat. = Inteligência Lógica /Matemática; Corp./Cin. = Inteligência Corporal/Cinestésica; Mus. = Inteligência Musical; Inter. = Inteligência Interpessoal; Intra. = Inteligência Intrapessoal; Nat. = Inteligência Naturalista, Vis./Esp. = Inteligência Visual/ Espacial; T. At. = total de atividades analisadas por livro; n. = número de atividades; % = porcentagem. Fonte: Dados da pesquisa.

suas atividades. Botelho notou que as inteligências verbal/linguística, espacial/visual, e intrapessoais foram as principais empregadas. No entanto, diferentemente do observado por Botelho (2003), as inteligências intrapessoal e interpessoal não apresentaram alta frequência nas atividades observadas em nosso estudo. A predominância das quatro inteligências mais frequentes é compreensível dentro dos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que as atividades propostas desenvolvem habilidades como leitura e escrita (Botelho, 2003).

Em um contexto similar, Nasiri, Ketabi e Dastjerdi (2012) examinaram livros didáticos de língua inglesa projetados localmente para o ensino primário em escolas públicas iranianas, buscando determinar em que medida eles correspondem à teoria das Inteligências Múltiplas. Os resultados mostraram que as inteligências lógico/matemática, visual/espacial, musical e verbal/linguística foram as predominantes, sem exemplos de inteligências natural, interpessoal e intrapessoal. Além disso, Al-Shboul e Khawaldeh (2014) realizaram um estudo para examinar a inclusão e o equilíbrio das Inteligências Múltiplas nos livros didáticos de educação islâmica do ensino médio na Jordânia. Os resultados indicaram que as inteligências verbal/linguística e lógico/matemática foram dominantes, enquanto as demais inteligências (interpessoal, intrapessoal, corporal/cinestésica, visual/espacial e naturalista) tiveram baixa frequência. A inteligência musical não foi incorporada em nenhum dos livros didáticos examinados.

É notável a predominância da inteligência verbal/linguística em todos os livros analisados, com aproximadamente 55,3% das atividades visando desenvolver essa competência. Esses resultados estão alinhados com pesquisas anteriores (Botelho, 2003; Taaseh et al., 2014; Estaji & Nafisi, 2014; Jado, 2015). Botelho (2003), por exemplo, observou a presença da inteligência verbal/linguística em todas as atividades analisadas. Estaji e Nafisi (2014) sugerem que esses resultados podem ser devido ao fato de atividades de leitura

e escrita estarem constantemente presentes nos livros didáticos. Dado que os livros são recursos primários utilizados pelos professores durante as aulas, parece crucial que a abordagem das Inteligências Múltiplas seja empregada.

A inteligência visual/espacial foi a segunda mais frequente, com 23,3% das ocorrências, destacando-se nas atividades que envolvem análise de imagens, gráficos e mapas pelos estudantes. Essa porcentagem é consideravelmente baixa, especialmente no contexto do ensino de biologia, que requer a construção de modelos mentais por parte do estudante. Isso indica que a maioria das atividades é apresentada com informações textuais, em detrimento de recursos visuais. Mayer (2001) argumenta que o aprendizado através de palavras, escritas ou narradas, em conjunto com o uso de imagens, pode melhorar a compreensão de um conteúdo ao construir representações mentais por meio desta interação. Ballester-Alvarez (2005) reflete sobre a importância de estimular a inteligência visual/espacial, pois, sem esse estímulo, os estudantes podem perder a oportunidade de desenvolver habilidades perceptivas, imaginativas e estéticas.

A inteligência naturalista esteve presente em todos os livros analisados, com os livros 4, 7, 9 e 10 apresentando o maior número de atividades relacionadas. Esperava-se uma frequência maior dessa inteligência, considerando sua relação com a capacidade de observar a natureza, identificar e classificar organismos e/ou objetos. Ballester-Alvarez (2005) destaca a importância dessa inteligência no enriquecimento do aprendizado em todas as matérias, especialmente em biologia, pois “as capacidades essenciais da inteligência naturalista incluem observação, reflexão, estabelecimento de relações, classificação, integração e comunicação de percepções sobre o mundo natural e humano” (Ballester-Alvarez, 2005, p. 109).

Ao desenvolver essa capacidade, conforme descrito por Ballester-Alvarez (2005), os

estudantes podem adquirir habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe o desenvolvimento de “ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global” (Brasil, 2018, p. 539). Campbell (2000) reitera o enriquecimento proporcionado por atividades naturalistas, as quais tornam o processo de aprendizagem em sala de aula investigativo, permitindo que os estudantes adquiram conhecimento geral sobre o mundo, seu funcionamento e estruturas para compreendê-lo. Segundo Ballester-Alvarez (2005), a empregabilidade da inteligência naturalista ocorre sempre que realizamos tais ações.

Outro tipo de inteligência observada nas atividades foi a lógico/matemática. Essa inteligência é importante porque facilita o pensamento conceitual e abstrato dos estudantes, além de permitir o discernimento de padrões lógicos e numéricos (Sibanda, 2022). Ela exige habilidades para calcular, quantificar, considerar proposições e hipóteses, e executar operações matemáticas. Alsalhi (2020) argumenta que esta inteligência deve estar presente em livros de biologia, devido à necessidade de trabalhar com operações matemáticas. Observações semelhantes foram feitas por Ambusaidi (2009), embora estudos como os de Gürkaynak (2015) e Jado (2015) apresentem resultados divergentes.

As inteligências interpessoal e intrapessoal foram identificadas nos livros com menor frequência. É notável que no livro L9, a inteligência interpessoal foi a terceira mais enfatizada. A escassa frequência da inteligência interpessoal sugere poucas atividades que promovam interações entre os estudantes.

A maioria das coleções analisadas não oferece oportunidades para trabalho colaborativo em grupo, focando principalmente no trabalho individual. Atividades em pequenos grupos sociais permitem que os estudantes compartilhem informações e compreendam melhor o

conteúdo trabalhado, criando um ambiente de aprendizagem que favorece a assimilação de informações de maneira colaborativa (Hajebi, Taheri, & Noshadi, 2018). A baixa frequência da inteligência intrapessoal indica que as atividades propostas não fornecem oportunidades para os estudantes explorarem seus desejos, ansiedades e capacidades cognitivas. Gardner (1993) associa essa inteligência à autoconsciência dos próprios sentimentos, valores, crenças e processos de pensamento, essencial para o desenvolvimento de autoconfiança, independência e força de vontade.

Lamentavelmente, nenhum livro abordou as inteligências corporal/cinestésica e musical. A ausência da inteligência corporal/cinestésica pode ser atribuída ao currículo conteudista do ensino médio, que limita a oportunidade para o professor integrar atividades corporais e musicais de forma diferenciada. Pesquisadores como Palmberg (2001) e Botelho (2003) também destacaram essa lacuna. Embora os livros de biologia devam focar nas competências específicas da disciplina, seria benéfico incluir o cultivo da música e habilidades corporais nas atividades. A diversificação das inteligências em sala de aula, complementando o livro didático com atividades adicionais, pode contribuir significativamente para o processo de ensino e aprendizagem, como sugerido por autores como Malafaia e Rodrigues (2011), Estaji e Nafisi (2014) e Machado (2019).

A inclusão das Inteligências Múltiplas nos livros didáticos tem implicações práticas importantes para o ensino e a aprendizagem, servindo como “vias de entrega” para personalizar processos cognitivos e emocionais, como atenção, memória, motivação, cognição criativa, resolução de problemas e compreensão (Shearer, 2018). O desequilíbrio observado nas IM pode ser devido à falta de consideração dessa teoria na elaboração dos livros analisados, ressaltando a necessidade de enriquecer os tipos de atividades disponíveis nos livros didáticos para apoiar o desenvolvimento das IM dos estudantes.

5. Conclusão

O propósito deste trabalho foi investigar o grau de representação dos múltiplos tipos de inteligência nas atividades didáticas relacionadas ao conteúdo de ensino de ecologia nos livros didáticos disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, sob a perspectiva da Teoria das Inteligências Múltiplas. Os resultados do estudo revelaram uma distribuição desequilibrada dos diferentes tipos de inteligência nos livros didáticos analisados. Os dados indicaram que as inteligências verbal/linguística, visual/espacial, naturalista e lógico/matemática foram as mais predominantes, enquanto as inteligências interpessoal e intrapessoal apresentaram baixa frequência. Além disso, não foram observadas representações das inteligências corporal/cinestésica e musical. Assim, conclui-se que houve um desequilíbrio nas atividades dos livros didáticos de biologia no que se refere ao conteúdo de ecologia. Este estudo pode oferecer contribuições pedagógicas para professores, pesquisadores e desenvolvedores de materiais didáticos, incentivando a consideração de um equilíbrio entre as inteligências nas atividades propostas. Embora seja desafiador atender às diversas inteligências em atividades educacionais, é crucial que os autores de livros didáticos considerem a inclusão de uma variedade de inteligências para promover uma experiência de aprendizagem diversificada.

6. Referências

- Alsalhi, N. R. I. (2020). The representation of multiple intelligences in the science textbook and the extent of awareness of science teachers at the intermediate stage of this theory. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100706.
- Al-Shboul, A., & Al-Khawaldeh, N. (2014). Analysis of Islamic education textbooks in Jordan in light of intelligences theory. *The Jordanian Journal of Educational Sciences*, 10 (3), 293-304.
- Al-Zoubi, S. M., & Al-Adawi, F. A. (2019). Effects of instructional activities based on multiple intelligences theory on academic achievement of Omani students with dyscalculia. *Online Submission*, 7 (1), 1-14.
- Ambusaidi, A. (2009). The effect of teaching strategies based on multiple intelligence theory on academic achievement and alternative conceptions in chemistry. *Journal of King Saud University-Educational Sciences and Islamic Studies*, 21 (1), 1-33.
- Arafa, B. (2014). An evaluation study of the reflection of Gardner's theory in multiple intelligences in the activities of the new curriculum for science in the fourth grade. *Journal of the Union of Egyptian Universities for Education and Psychology*, 12 (3).
- Armstrong, T. J., & Veronese, M. A. V. (2001). *Inteligências múltiplas na sala de aula*. Artmed.
- Ashour, M. (2016). The relationship between multiple intelligences and academic achievement of students with learning disabilities. *Educational and Psychological Studies*, 92, 207-242.
- Ashtarian, H., & Ashtarian, S. (2015). Representation of multiple intelligences in English for the students of medicine. *Engl. Specif. Purp. World*, 48 (16), 1-7.
- Ballesteros-Alvarez, M. E. (2005). *Exercitando as inteligências múltiplas: dinâmicas de grupo fáceis e rápidas para o ensino superior*. Papirus Editora.
- Botelho, M. R. L. (2003). Multiple intelligences theory in English language teaching: An analysis of current textbooks, materials and teachers' perceptions. (Doctoral dissertation, Ohio University).
- Campbell, L. et al. (2000). *Ensino e aprendizagem por meio das inteligências múltiplas: inteligências múltiplas na sala de aula*.
- Dembo, M. H. (1994). *Applying educational psychology*. Longman/Addison Wesley Longman.
- Doyle, W. (1983). Academic work. *Review of Educational Research*, 53 (2), 159-199.
- Estaji, M., & Nafisi, M. (2014). Multiple intelligences and their representation in the EFL young learners' textbooks. *International Journal of Research Studies in Language Learning*, 3 (6), 61-72.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences*. New York.

- Hajebi, M., Taheri, S., & Noshadi, M. (2018). The relationship between interpersonal intelligence, reading activity and vocabulary learning among Iranian EFL learners. *Int. J. Engl. Lang. Transl. Stud*, 6*, 48-56.
- Gürkaynak, E. A. (2015). A textbook adaptation using data gathered by a multiple intelligence inventory. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 199, 285-292.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Höffling, E. (2006). The trajectory of the National Textbook program of the Ministry of education in Brazil. In: *O Livro Didático de Ciências No Brasil*. Campinas: Komedi, 19-31.
- Jado, S. M. A. et al. (2015). The level of multiple intelligences in Arabic language textbooks for grades from (1-4) in Jordan in light of Gardner's theory. *Creative Education*, 6(14), 1558.
- Köksal, M. S., & Yel, M. (2007). The effect of multiple intelligences theory (MIT)-based instruction on attitudes towards the course, academic success, and permanence of teaching on the topic of "Respiratory Systems". *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 7 (1), 231.
- Lima Soares, E., et al. (2018). As representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*: *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(1), 55-72.
- Machado, M. N. (2019). *Exercitando as inteligências múltiplas a partir de atividades lúdicas sobre o sistema solar*.
- Malafaia, G., & Rodrigues, A. S. (2011). O uso da teoria das inteligências múltiplas no ensino de biologia para alunos do ensino médio. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 6(3).
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Morgan, K. E. (2014). Decoding the visual grammar of selected South African history textbooks. *Journal of Educational Media, Memory, and Society*, 6(1), 59-78.
- Nasiri, M., Ketabi, S., & Dastjerdi, H. (2012). Multiple Intelligences in locally-published ELT textbooks in Iran. *Modern Journal of Applied Linguistics*, 4, 258-266.
- Palmborg, R. (2002). Catering for multiple intelligences in EFL coursebooks. *Humanising Language Teaching Magazine*, 4(1).
- Palmborg, R. (2011). *Multiple intelligences revisited*. Palmsoft Publications.
- Penuel, W. R., Phillips, R. S., & Harris, C. J. (2014). Analysing teachers' curriculum implementation from integrity and actor-oriented perspectives. *Journal of Curriculum Studies*, 46(6), 751-777.
- Rudek, K., et al. (2021). Abordagens de saúde nos livros didáticos de ciências: investigando as infecções sexualmente transmissíveis. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3).
- Shearer, B. (2018). Multiple intelligences in teaching and education: Lessons learned from neuroscience. *Journal of Intelligence*, 6(3), 38.
- Sibanda, L. (2022). The extent to which Grade 4 English First Additional Language Workbooks cater for learners' multiple intelligences. *Universal Journal of Educational Research*, 10(3), 185-194.
- Taase, Y. (2012). Multiple Intelligences Theory and Iranian Textbooks: An analysis. *Journal of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*, 16(1), 73-82.
- Taaseh, Y., Mohebbi, A., & Mirzaei, F. (2014). Intelligence profile of Iranian domestically designed and published ELT textbooks and students' multiple intelligences. *International Journal of Language and Linguistics*, 2(1), 24-31.
- Valverde, G. A., et al. (2002). *According to the book: Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks*. Springer Science & Business Media.
- Wattanborwong, L., & Klavinitchai, N. (2016). The differences of multiple intelligence representation in English and Chinese textbooks: the case of EFL & CFL textbooks in Thailand. *Theory and Practice in Language Studies*, 6(2), 302.
- Zhuang, H., et al. (2021). Comparison of nature of science representations in five Chinese high school physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 43(11), 1779-1798.





UMA EXPERIÊNCIA DA ENGENHARIA DIDÁTICA COM AS IDENTIDADES DE FIBONACCI COM O APORTE DO SOFTWARE GEOGEBRA

AN EXPERIENCE OF TEACHING ENGINEERING WITH FIBONACCI IDENTITIES WITH THE CONTRIBUTION OF GEOGEBRA SOFTWARE

UNA EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA DE INGENIERÍA CON IDENTIDADES DE FIBONACCI CON EL APORTE DEL SOFTWARE GEOGEBRA

Carla Patrícia Souza Rodrigues Pinheiro* , Francisco Régis Vieira Alves** ,
Daniel Brandão Menezes*** 

Cómo citar este artículo: Pinheiro, C.P.S.R., Alves, F.R.V., Menezes, D.B. (2024). Uma experiência da Engenharia Didática com as identidades de Fibonacci com o aporte do software GeoGebra. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 244-258. <https://doi.org/10.14483/23464712.19553>

Resumo

Diante das pesquisas sobre as sequências classificadas como recorrências lineares, oriundas do recorte de investigação de uma dissertação de Mestrado em desenvolvimento, percebeu-se a importância da sequência de Fibonacci com a criação de novos estudos e, por consequência, novos padrões e identidades. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver a sequência de Fibonacci em uma prática de ensino, abordando suas visualizações por meio do software GeoGebra, norteada pela Teoria das Situações Didáticas e pela Engenharia Didática, amparando a prática do professor sobre seu estudo. Sendo duas sequências didáticas aplicadas no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará com quatro estudantes no curso de Licenciatura em Matemática, na disciplina História da Matemática, na qual ocorreu a coleta de dados. Por fim, o resultado alcançado que foi uma prática de ensino com o aporte do GeoGebra, com base nas dialécticas da Teoria das Situações Didáticas, identificando que o uso deste software durante as situações didáticas promoveu uma prática de ensino para o estudo das identidades de Fibonacci, permitindo uma melhor compreensão do assunto proposto.

Palavras chave: Identidades de Fibonacci. Ensino. GeoGebra.

Recibido: 26 de Junio del 2022; aprobado: 26 de Febrero del 2024

* Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará. Brasil. carla.patricia62@aluno.ifce.edu.br.

** Doutor em Ensino de Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnología do Ceará. Brasil. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. fregis@ifce.edu.br

*** Doutor em Educação em Educação Brasileira. Universidade Estadual do Ceará. Brasil. brandaomenezes@hotmail.com

Abstract

Given the research on sequences classified as linear recurrences, arising from the research section of a Master's thesis under development, the importance of the Fibonacci sequence was realized with the creation of new studies and, consequently, new patterns and identities. Thus, the objective of this work was to develop the Fibonacci sequence into a teaching practice, approaching its visualizations through the GeoGebra software, guided by the Theory of Didactic Situations and Didactic Engineering, supporting the teacher's practice of their study. Two didactic sequences were applied at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará with four students in the Mathematics Degree course, in the History of Mathematics discipline, in which data collection took place. Finally, the result achieved was a teaching practice with the contribution of GeoGebra, based on the dialectics of the Theory of Didactic Situations, identifying that the use of this software during didactic situations promoted a teaching practice for the study of Fibonacci identities, allowing a better understanding of the proposed subject.

Keywords: Fibonacci Identities. Teaching. GeoGebra.

Resumen

Dada la investigación sobre secuencias clasificadas como recurrencias lineales, surgida de la sección de investigación de una tesis de maestría en desarrollo, se comprendió la importancia de la secuencia de Fibonacci con la creación de nuevos estudios y, en consecuencia, nuevos patrones e identidades. Así, el objetivo de este trabajo fue desarrollar la secuencia de Fibonacci en una práctica docente, abordando sus visualizaciones a través del software GeoGebra, guiados por la Teoría de Situaciones Didácticas y la Ingeniería Didáctica, apoyando al docente en la práctica de su estudio. Se aplicaron dos secuencias didácticas en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará con cuatro estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas, en la disciplina Historia de la Matemática, en las que se realizó la recolección de datos. Finalmente, el resultado alcanzado fue una práctica docente con el aporte de GeoGebra, basada en la dialéctica de la Teoría de Situaciones Didácticas, identificando que el uso de este software durante situaciones didácticas promovió una práctica docente para el estudio de las identidades de Fibonacci, permitiendo una mejor comprensión del tema propuesto.

Palabras clave: Identidades de Fibonacci. Enseñanza. GeoGebra.

1. Introdução

De acordo com pesquisas, percebe-se que recentemente ocorreu um avanço nas investigações sobre o processo de ensino, com conceitos matemáticos que estão relacionados a Didática da Matemática (Mangueira et al., 2021). Ao mesmo tempo, existe a presença de pesquisadores franceses compondo uma metodologia, que tem como intuito de analisar a dimensão do conhecimento matemático, por meio de situações didáticas associadas ao processo de ensino e de aprendizagem (Artigue, 1988).

Com isso, de acordo com a perspectiva destes estudos, observa-se que em relação aos livros da História da Matemática, é explorado o conceito sobre sequência recursiva linear, neste caso a mais conhecida é a sequência de Fibonacci, sendo essa eternizada pelo problema da reprodução de pares de coelhos imortais, trazendo contribuições para o estudo posteriores sobre outras sequências recorrentes e lineares (Pinheiro et. al, 2021)

Com base nessa contextualização, é realizado um estudo pertinente aos aspectos históricos e matemáticos sobre a sequência de Fibonacci, utilizando o software GeoGebra, sendo repassado aos estudantes em curso de formação inicial de professores de Matemática. No entanto, durante o processo de transfiguração da sequência de Fibonacci para um conteúdo a ser ensinado, é possível encontrar obstáculos no desenvolvimento e na validação, sendo superados por meio da evolução do processo. Dessa forma, destacam-se os aspectos epistemológicos, cognitivo e didático, como orientação desta investigação, com base na metodologia de pesquisa, Engenharia Didática (ED) e amparada por uma teoria de ensino, Teoria das Situações Didáticas (TSD).

Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver a sequência de Fibonacci em uma prática de

ensino, abordando suas visualizações por meio do software GeoGebra, norteada pela Teoria das Situações Didáticas (TSD) e pela Engenharia Didática (ED), amparando a prática do professor sobre seu estudo.

A partir deste objetivo, utiliza-se as fases da ED, para possibilitar uma evolução na investigação científica em Educação Matemática, em que o professor/pesquisador pode desempenhar ações similares as de um engenheiro. Segundo Alves (2017), a ED concilia conhecimentos de diferentes ciências em realizações práticas e planejamentos experimentais bem idealizados, elaborando hipóteses para despertar a aprendizagem em seus estudantes. Dessa maneira, a Engenharia Didática torna possível ao professor investigar conceitos teóricos e relacioná-los com a prática em sala de aula.

Portanto, para o desenvolvimento deste trabalho, a ED traz a possibilidade do planejamento e desenvolvido seguindo suas quatro fases: análises preliminares, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação, descritas ao longo deste trabalho.

Esta pesquisa ocorreu com os sujeitos representados por um grupo de quatro estudantes do 6º semestre de um curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), na disciplina de História da Matemática, sendo desenvolvida em duas sequências didáticas.

A escolha do software GeoGebra teve como intuito a visualização geométrica das identidades de Fibonacci, devido a escassez de figuras durante a apresentações das mesmas. Pinheiro et al (2021) afirmam, que essa é uma ferramenta dinâmica e de fácil utilização, configurando-se em um recurso que permite uma abordagem diferenciada, visando realizar uma preparação, organização e concepção de sequências didáticas de ensino, para aplicação das fases da ED.

Logo, nas seções seguintes apresentam-se a Teoria das Situações Didáticas (TSD) como teoria de ensino norteadora das sequências didáticas elaboradas; as fases da Engenharia Didática (ED) para a concepção e organização deste estudo, trazendo a discussão do referencial teórico a partir das análises preliminares, apontando a definição da sequência de Fibonacci e a História da Matemática na formação inicial do professor; a concepção e análise *a priori* de duas situações didáticas, e por fim, apresentam-se os resultados coletados a partir da experimentação realizada, bem como sua análise *a posteriori* e validação, finalizando com as considerações dos autores.

2. Teoria das Situações Didáticas e Engenharia Didática

A teoria de ensino (TSD), utilizada nesta investigação, destaca-se pela a interação entre aprendizagem dos estudantes de Matemática, o objeto de estudo matemático e o professor. Segundo Brousseau (2008), existe uma compreensão de como está organizado o trinômio aluno-saber-professor, bem como o meio (milieu) em que ocorre a situação didática.

Dessa maneira, o trabalho é desenvolvido pelo estudante por meio da situação didática planejada pelo professor, de tal forma que o aluno se aproxime de um investigador, criando suas hipóteses a medida em que o docente propicie situações favoráveis, fazendo com que a ação transforme em conhecimento para si mesmo (Sousa, Azevedo e Alves 2021).

Nesse sentido, a situação didática, segundo Brousseau (2008, p.20), “é um modelo de interação de um sujeito em um meio determinado”. Assim, a compreensão da situação didática como uma ação que o professor planeja, com o intuito de criar uma interação entre o estudante e o meio, na qual essa situação provoque uma aprendizagem.

As dialéticas ou fases da TSD que orientam o processo de aprendizagem são definidas, de acordo com Brousseau (2008), como: ação, formulação, validação e institucionalização. Esses pontos serão utilizados durante a experimentação da ED.

Dessa maneira, a Engenharia Didática (ED), que é uma vertente francesa, associa-se ao trabalho didático de um engenheiro, na perspectiva de que para realizar um projeto é necessário se basear em conhecimentos científicos específicos e, ao mesmo tempo, em objetos mais complexos (Mangueira et al, 2021).

Assim, essa metodologia é definida como qualitativa, pois possui uma estrutura para que seja possível o alcance do objeto matemático, por meio de investigações fundamentada em quatro fases: análises preliminares; concepção e análise *a priori*; experimentação; análise *a posteriori* e validação. Os pontos estudam problemas provenientes da aprendizagem de matemática por meio de conhecimentos específicos, que será explorada ao longo desta pesquisa.

Com o propósito de transpor o objeto matemático estudado em um conteúdo a ser ensinado, surge o interesse de definir a transposição didática. Portanto, Artigue (2002, p.28), define:

A possível viabilidade do conteúdo que se deseja promover, considerando as leis que governam o funcionamento do sistema de ensino. Tentando prever as deformações pelas quais é provável que sofram; tenta-se garantir que o objeto possa viver e, portanto, se desenvolver dentro do sistema de ensino sem mudar drasticamente sua natureza ou se tornar corrompido (tradução nossa).

Com esse propósito, utiliza-se a ED para construir uma estrutura teórica responsável por elaborar, desenvolver e analisar situações de ensino propostas. Por consequência, o professor/investigador tem a oportunidade de observar os aspectos epistemológicos, cognitivos e didáticos

do objeto de estudo matemático, diante da proposta de ensino aplicada com os estudantes participantes desse processo investigativo. Porém, segundo Pinheiro et. al (2021) alguns obstáculos poderão surgir durante o processo, tendo que superá-los e resolver as restrições identificadas.

Logo, o professor deverá considerar a transposição didática da relação entre o saber matemático e a situação de ensino que será utilizada em sala de aula, na qual considera-se o objeto de estudo matemático, com também o grupo de estudo em análise. Com isso, mostra-se como o trabalho foi estruturado utilizando as quatro fases da ED: análises preliminares, análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori*.

Além disso, para estimular o estudante a participar do processo de ensino, resolvendo as situações didáticas propostas de acordo com o objetivo da pesquisa, foi estabelecido o contrato didático com a turma para a aplicação da situação didática. Segundo Brousseau (1986), o contrato didático é necessário para haja um acordo entre o professor e o aluno, durante as situações de ensino em sala de aula, configurando-se em um sistema de obrigações recíprocas, para que o planejamento ocorra de forma efetiva.

A partir disto, nas seções seguintes foram descritas as etapas da ED relacionadas à situação didática proposta, referente às Identidades da sequência de Fibonacci, analisando o que foi exposto pelos estudantes.

3. Análises preliminares

Nas análises preliminares foi realizada uma investigação a partir de referenciais teóricos sobre a sequência de Fibonacci, em que se fez uma sondagem histórica sobre o modo como ocorre sua abordagem na disciplina de História da Matemática. Neste caso, foi feito um levantamento bibliográfico especificamente em relação a origem da sequência de Fibonacci, buscando reconhecer

aspectos didáticos do trabalho com este tema no âmbito da sala de aula. Sabe-se que nesta fase ocorre um resgate dos conhecimentos prévios da vida escolar.

Nessa seção inicia-se a construção do referencial teórico, baseado no conteúdo das identidades de Fibonacci em uma visualização por meio do software GeoGebra, com o aporte na ED e TSD. Desse modo, são investigadas e analisadas algumas situações de ensino em particular ao objeto matemático em estudo, com o propósito de atingir o objetivo proposto.

Para construir o campo epistêmico-matemático foram explorados de Alves (2016), Engenharia Didática (ED) para a generalização da sequência de Fibonacci: uma experiência no curso de licenciatura. Oliveira, Alves e Paiva (2017) Identidades Bi e Tridimensionais para os Números de Fibonacci na Forma Complexa. Catarino (2017), traz uma abordagem para a classe dos Polinômios Bivariados de Fibonacci (PBF): Elementos Recentes sobre a Evolução de um Modelo. Oliveira (2019) com uma Investigação dos Polinômios Bivariados e Complexos de Fibonacci Amparada na Engenharia Didática: uma Aplicação da Teoria das Situações Didáticas (TSD) e Os números Gaussianos de Fibonacci e relações recorrentes bidimensionais. Mangueira e Alves (2020), mostram os números híbridos de Fibonacci e Pell.

Assim, a partir desse levantamento bibliográfico referente ao objeto de estudo que são as identidades de Fibonacci por uma visualização no GeoGebra. Contudo, a sequência de Fibonacci recebe esse nome devido à relação com o seu criador, um italiano matemático chamado Leonardo de Pisa, que nasceu aproximadamente em 1175 e faleceu em 1250 (Dunlap, 2003, p.35).

Segundo Dunlap (2003) o termo Fibonacci é abreviação de filho de Bonaccio, seu pai. Fibonacci agregou conhecimentos nos campos da Álgebra e Aritmética, com suas viagens que realizou no

território europeu (Posamentier & Lehmann, 2007, p.22). Porém, mesmo apresentando diversos trabalhos nessas áreas da Matemática, Leonardo de Pisa se eternizou através do problema que descreve a reprodução dos coelhos imortais (Wells, 2005, p.101). O problema proposto foi o seguinte:

Um homem coloca um par de coelhos em um cercado, a fim de que estes se reproduzam. Quantos pares de coelhos existirão neste cercado, ao final de um ano, sabendo que a natureza desses coelhos é tal qual que a cada mês, cada par reproduz outro par, que se torna produtivo do segundo mês em diante? (Boyer, 2006, p.174).

Com a resolução do problema citado acima, encontra-se a seguinte sequência: (1,1,2,3,5,8,13,21,34,55....). A sequência apresentada indica que quando se pensa no número de casais de coelhos de um determinado mês, basta somar o número de casais de coelhos do mês anterior com o número de casais anteriores. Segundo Hefez (2003, p.27) tem-se estabelecida a lei de recorrência conhecida como sequência de Fibonacci, definida como:

Definição 1: $F_{n+1} = F_n + F_{n-1}$ para $n \geq 1$. Sendo $F_1 = 1$ e $F_2 = 1$.

Assim, considere a sequência numérica como x_n , em que o termo geral é dado pela razão entre os dois termos consecutivos, ou seja, $x_n = \frac{F_{n+1}}{F_n}$, que também é conhecida com a razão áurea. Ademais, a definição dessa razão é “uma linha reta é cortada na razão extrema e média quando, assim como a linha toda está para a maior parte, a maior parte está para a menor parte” (Ramos, 2013, p.32).

Para provar a razão áurea, tem-se uma divisão do um segmento AB em duas partes, ou seja, AC e CB. Desse modo, considerando que $AC = x$ e $CB = 1$, então $AB = x + 1$, na qual, $AB > AC > CB$, assim: $\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{CB} \Rightarrow \frac{x+1}{x} = \frac{x}{1}$

Logo, pode-se ver que as raízes da equação $x^2 + x - 1 = 0$ são $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ e $\frac{1-\sqrt{5}}{2}$. A raiz $\frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,61803 \dots$

Definição 2. a Razão Áurea ou o número de ouro, é representada por uma constante irracional tal que,

$$\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

Desse modo, a sequência de Fibonacci está relacionada as definições e identidades sobre o retângulo, triângulo e espiral de Razão Áurea. Assim, Catarino (2017), relatam que a sequência de Fibonacci pode ser representada por $F_{n+2} = F_{n+1} + F_n$, no qual o $n = 0,1,2,3,\dots$, é uma relação de recorrência de segunda ordem, inicialmente pleiteado pelo matemático francês François Édouard Anatole Lucas (1842-1891), que elaborou algumas identidades de Fibonacci exploradas por Koshy (2001).

Também pode ser reescrita como: $F_{n+1} = F_{n+2} - F_n$. Em particular:

$$F_1 = F_2,$$

$$F_2 = F_3 - F_1$$

$$F_3 = F_4 - F_2$$

$$F_4 = F_5 - F_3$$

⋮

$$F_{2n-1} = F_{2n} - F_{2n-2}$$

$$F_{2n} = F_{2n+1} - F_{2n-1}$$

$$F_{2n+1} = F_{2n+2} - F_{2n}$$

Para ilustrar esses números de Fibonacci utiliza-se trapézio, paralelogramos e triângulo, relacionando os comprimentos laterais e bases destas figuras, conforme a (Figura 1).

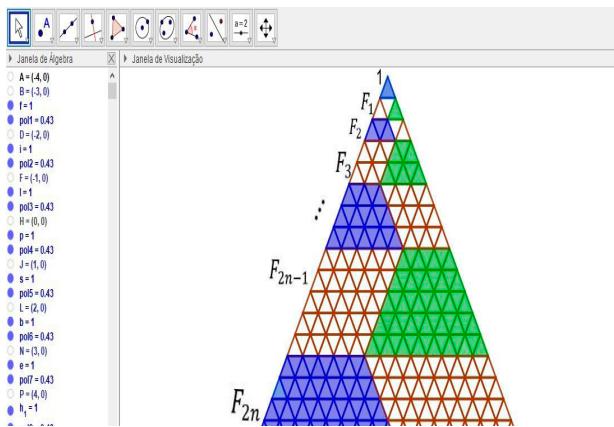


Figura 1. Números de Fibonacci representados por trapézio.

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Observando os lados do paralelogramo estão relacionados aos números consecutivos de Fibonacci, já no topo, os lados inclinados e base do trapézio correspondem aos três números consecutivos dessa sequência. Assim, o próximo passo é mostrar as identidades relacionadas aos números dessa sequência escritas por Oliveira, Alves e Paiva (2017).

Identidade 1. A soma dos números de Fibonacci, até a ordem $2n$, de índice ímpar, está descrita como $\sum_{l=1}^n F_{2l-1} = F_{2n}$;

Identidade 2. A soma dos números de Fibonacci, até a ordem $2n$, de índice par e não nulo pode ser descrita por $\sum_{l=1}^n F_{2l} = F_{2n+1} - 1$;

Identidade 3. A soma dos n primeiros números de Fibonacci, até a ordem n , de índice maior que zero, teremos $\sum_{l=1}^n F_l = F_{n+2} - 1$;

Identidade 4. A soma dos n primeiros quadrados números de Fibonacci, até a ordem n , de índice maior que zero pode ser descrito por $\sum_{l=1}^n (F_l^2) = F_n \cdot F_{n+1}$.

Logo, com o propósito de investigar e analisar essas definições e identidades matemáticas, foram selecionados alguns desses conceitos e as relações com trapézios, triângulos e paralelogramos para a realização da transposição didática dessa

sequência, na qual os trabalhos em que foram pesquisados somente contam a Matemática Pura.

Dessa forma, foram elaboradas situações didáticas amparadas pela TSD, pretendendo que os estudantes compreendam o estudo matemático desse objeto como um todo, além de estimular a intuição e a investigação das conjecturas elencadas pelos alunos.

4. Concepções das situações didáticas

Na fase de concepção e análise a priori, segundo Pinheiro et al. (2021), ocorre a elaboração das situações didáticas, pensadas para responder os questionamentos ou hipóteses levantadas a partir da análise preliminar a partir das variáveis, que são: o estudo da sequência e da espiral de Fibonacci por meio de definições geométricas. Essas podem fornecer ao professor/pesquisador subsídios para a construção da situação didática e, a partir da vivência, permitir que os alunos superem os obstáculos encontrados no processo de aprendizagem.

A concepção da situação didática parte das identidades de Fibonacci, com a finalidade de serem transformadas em objetos de conhecimentos a serem explorados em sala de aula, pois a visualização de forma geométrica dessas identidades por meio do software GeoGebra vem sendo estudado recentemente. Apesar disso, é feito um levantamento de hipóteses didáticas sobre a sequência de Fibonacci, fundamentado na ED com o amparo da TSD, com um propósito de formular conjecturas, investigar e explorar as definições e identidades para um contexto de sala de aula. Segundo BROSSEAU (1986), esse fato é determinado como transposição didática.

Com isso, as variáveis podem ser definidas como macro didática ou micro didática. Neste trabalho a micro didática é a utilizada, onde o professor prever o comportamento dos estudantes, elencando os possíveis obstáculos encontrados

no percurso didático, sendo necessário a conexão entre as identidades de Fibonacci e as situações didáticas.

Também é importante destacar que nessa exploração do objeto matemático são necessários conhecimentos básicos, como operações algébricas envolvendo soma ou subtração usado para a simplificação dos termos semelhantes, validando as identidades por meio de demonstrações matemáticas (Oliveira e Paiva, 2017).

5. Análise a priori

De acordo com que foi exposto, no campo epistémico matemático em torno das identidades de Fibonacci e sua recorrência, foram elaboradas duas situações didáticas de ensino, fundamentada na TSD, pensando nos possíveis comportamentos dos estudantes, nas fases de ação, formulação, validação e, por fim, as contribuições realizadas pelo professor na fase da institucionalização.

Considerando as definições das identidades de Fibonacci estudadas anteriormente nas análises preliminares, segue as construções das seguintes situações didáticas propostas.

Situação didática 1: Tomando como base a Sequência de Fibonacci, como provar as identidades 1, 2 e 3 por meio de uma visualização geométrica?

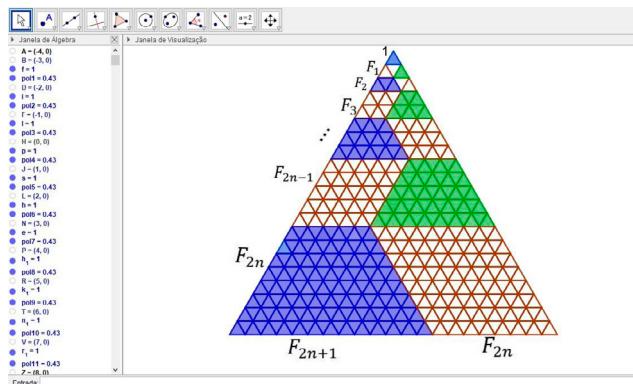


Figura 2. Os números de Fibonacci na forma geométrica.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Nessa primeira situação didática, na situação da ação, os estudantes devem buscar os números de Fibonacci através da (Figura 2) proposta no GeoGebra, ainda observando as relações que podem ser encontradas a partir de um triângulo equilátero, paralelogramo ou trapézio.

Durante a formulação, os estudantes devem trabalhar com a relação de diferença entre os números de Fibonacci, realizando uma exploração das identidades, substituindo esses termos na fórmula, na qual irá encontrar um padrão para as provas das três identidades propostas.

Na fase da validação, os estudantes devem demonstrar como os somatórios das identidades 1,2 e 3 são representados respectivamente por esses resultados: F_{2n} , $F_{2n+1}-1$ e $F_{n+2}-1$.

Por fim, o professor deve retornar à situação didática, na fase da institucionalização, e conferir as respostas dos estudantes, ressaltando que por meio de uma figura pode-se provar três identidades fazendo uma ligação entre elas, gerando uma nova visualização geométrica para as propriedades propostas.

Situação didática 2: Tomando como base as identidades propostas na situação anterior, como provar a identidade 4 que está relacionada a soma dos quadrados por meio de uma visualização geométrica?

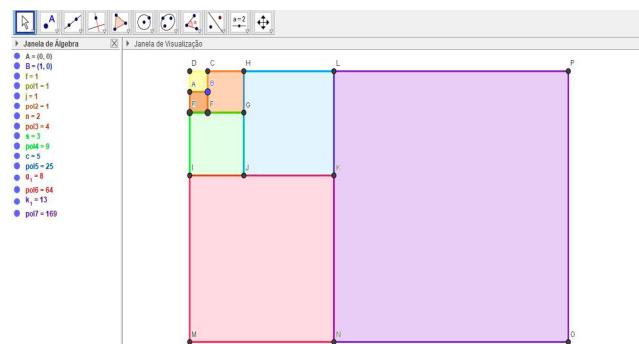


Figura 3. A soma dos quadrados de Fibonacci.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Nesta segunda situação didática, na parte da ação, os estudantes devem atribuir os números de Fibonacci a cada quadrado representado através da (Figura 3) proposta no GeoGebra, observando as relações que podem ser encontradas a partir dos quadrados e retângulos.

Durante a formulação, os estudantes devem trabalhar com a relação de diferença entre os números de Fibonacci, como foi feito anteriormente realizando uma exploração das identidades 1, 2 e 3, substituindo esses termos na fórmula, no qual irá encontrar um padrão para a prova da identidade 4 proposta, $\sum_{l=1}^n (F_l^2) = F_n \cdot F_{n+1}$.

Na fase da validação, os estudantes devem demonstrar como os somatórios dos quadrados são relacionados ao produto dos dois termos consecutivos, fazendo a relação com a razão áurea a imagem visualizada no GeoGebra.

Por fim, na fase da institucionalização, o professor deve retornar à situação didática, conferindo as respostas dos estudantes, ressaltando que a razão áurea está presente em toda parte, e que a imagem proposta pode provar a identidade por meio de propriedade geométricas e como essas identidades são importantes para estudos futuros.

6. Experimentação

Após estas etapas, foi realizada a fase da experimentação, por meio das duas sequências didáticas, com a coleta de dados sobre o comportamento dos estudantes mediante a prática da atividade proposta, a partir da observação de elementos importantes em um contexto didático-metodológico. No caso desta pesquisa, as situações didáticas propostas apresentadas, foram as identidades da sequência de Fibonacci por meio do software GeoGebra, a partir de uma perspectiva geométrica.

Nessa fase da ED, foram realizadas as aplicações das situações didáticas, para a consolidação da

transposição didática. Nesse momento é posto em prática o que foi planejado na análise *a priori*.

Durante a experimentação, coletamos e organizamos um corpus de pesquisa variado, composto por produção dos alunos, registro de perguntas, dúvidas e erros constatados durante o acompanhamento de suas ações e diários de classe dos ministrantes. A análise desse material é essencial para a etapa da validação (Carneiro, 2005 p. 105)

Com isso, nesta fase foi aplicada duas situações didáticas durante três encontros (duração cinquenta minutos cada), em um grupo de quatro estudantes denominados de A1, A2, A3 e A4, do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará (IFCE), *campus* Fortaleza, no ano de 2022. Essa atividade foi incorporada na disciplina História da Matemática, no curso de Licenciatura em Matemática, no primeiro semestre do ano referido.

Assim, as atividades planejadas foram desenvolvidas em três encontros da seguinte forma:

No primeiro encontro foi formalizado o contrato didático, bem como o contexto histórico em relação a sequência de Fibonacci. No segundo e terceiro encontro foram aplicadas as duas situações didáticas.

No primeiro momento, foi feito um contrato didático, no qual estabelece um acordo de convivência com os estudantes participantes. A respeito do contrato didático, deve-se conhecer como uma “uma relação que determina – explicitamente em pequena parte, mas sobretudo implicitamente – aquilo que cada parceiro, professor e aluno tem a responsabilidade de gerir e pelo qual será, de uma maneira ou de outra, responsável perante o outro” (Brousseau, 1986 apud Almouloud, 2007, p. 89).

Ademais, esse contrato existe poucas regras evidentes, enquanto “as implícitas são elaboradas

a partir de natureza intrínseca da Matemática, como formalismo, abstração e rigor, além de considerar as diferenças habituais de concepções dos professores de Matemática" (Oliveira, 2018, p.38).

A respeito da escolha do recurso tecnológico foi escolhido o software GeoGebra, pois segundo Ribeiro e Souza (2016) é uma ferramenta dinâmica, que propõe ao processo de ensino e de aprendizagem uma interação a partir do controle das ações desenvolvidas durante o processo de estudo de uma maneira gradual, de acordo com a necessidade do estudante.

Dessa forma, essa ferramenta tende a dinamizar a geometria, podendo manipular os objetos através da tela do computador ou de aparelhos celulares. Além disso, "incentiva a continuidade da busca pela compreensão do objeto de estudo, pois o próprio software auxilia na percepção visual e dinâmica das ações, que são manipuláveis com certo grau de permissividade" (Ribeiro e Souza, 2016, p.3).

Para a coleta de dados durante essa fase foram utilizados pelo professor gravador e celular, com o intuito de capturar as imagens, áudios e vídeos dos estudantes durante as resoluções das situações didáticas, com o consentimento dos estudantes participantes. Vale ressaltar que as atividades propostas foram elaboradas e analisadas fundamentadas na TSD.

7. Análise a posteriori e validação

Nesta fase são analisados os dados coletados durante a experimentação das situações didáticas desenvolvidas pelos estudantes, investigando as identidades de Fibonacci, com o intuito de resolver as situações didáticas propostas para efetivar a transposição didática. Nesse momento a TSD ampara as discussões dessas situações, sendo explorada cada fase dessa teoria de ensino.

À vista disso, inicialmente são apresentadas as situações didáticas e a orientação aos estudantes que possam interagir entre si, pois a partir dessas discussões os alunos buscarão formular uma estratégia de resolução, para depois validá-la (Oliveira, 2018). Consequentemente, após essa análise, é realizada a validação dos dados obtidos, fazendo um confronto entre os resultados discutidos pelos estudantes e a proposta da análise a priori. Dessa forma os dados serão validados ou contestados.

As situações didáticas expostas direcionam os estudantes a conecerem os números de Fibonacci e suas representações geométricas, para depois associá-los às identidades propostas. Os alunos também conecerão a relação de recorrência e a razão áurea para encontrar as demonstrações necessárias para as identidades.

Nas situações didáticas 1, o objetivo é encontrar a relação geométrica dos números de Fibonacci para provar as identidades 1, 2 e 3. Com isso, foi apresentada a lei de recorrência para encontrar os números de Fibonacci, construindo os conhecimentos para a resolução da atividade proposta. Dessa maneira, os estudantes observaram a imagem da (Figura 2), fazendo a relação com paralelogramos, trapézios e triângulos aos números de Fibonacci, conforme a (Figura 4).



Figura 4. Fase da ação dos estudantes A1 e A2 - situação didática 1.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Assim, os estudantes A1 e A2 conseguem observar que a (Figura 2) corresponde à identidade 3, que é a soma dos n primeiros números de Fibonacci, até

a ordem n , de índice maior que zero, e que ao unir as imagens de cor verde (Figura 5) e de cor azul (Figura 6), tem-se as respectivas representações geométricas das identidades 1 e 2.

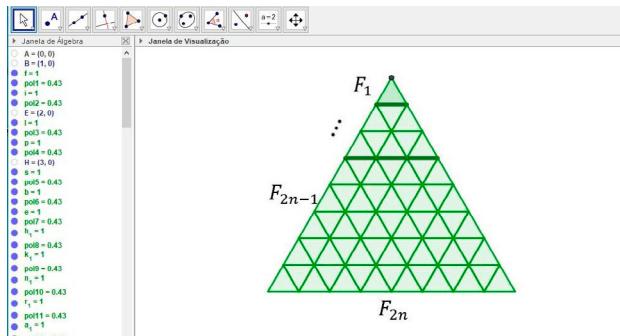


Figura 5. Representação geométrica da identidade 1.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Na (Figura 5) é mostrada a representação geométrica da soma dos números de Fibonacci, até a ordem $2n$, de índice ímpar, que faz parte da fase da formulação. Também existe a união das imagens de cor azul, conforme a (Figura 6), para a construção geométrica da soma dos números de Fibonacci, até a ordem $2n$, de índice par e não nulos.

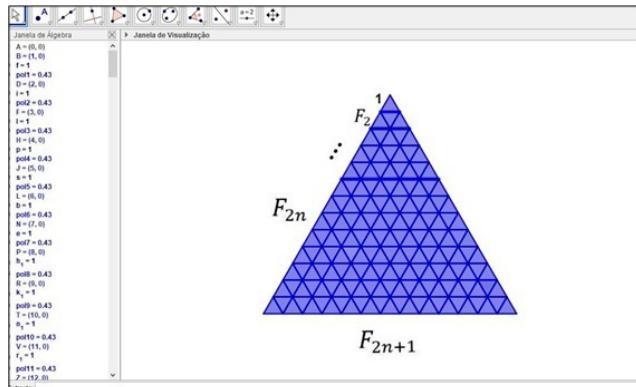


Figura 6. Representação geométrica da identidade 2.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Dessa forma, o estudante A3 percebeu que para provar as identidades 1, 2 e 3, precisava uma nova manipulação algébrica utilizando a *Definição 1*, com o objetivo de tentar demonstrar as propriedades propostas. Conforme a (Figura 7).

Figura 7. Fase da formulação do estudante A3- situação didática 1.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Assim, o estudante A4 que estava com dificuldade de realizar tal prova das identidades propostas consegue compreender a demonstração a partir da substituição dessas relações no somatório de cada identidade, ver (Figura 8).

Figura 8. Fase da validação do estudante A3- situação didática 1.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Utilizando a lei de recorrência mostrada na fase de formulação conforme a (Figura 7), o estudante A3 substitui as diferenças em cada termo, aparecendo assim os números opostos de Fibonacci para eliminação, chegando ao resultado final, como pode-se observar na (Figura 8). Com o mesmo raciocínio, esse estudante faz a prova da identidade 3, a soma dos n primeiros termos de Fibonacci, até a ordem n , para maiores que zero, conforme a (Figura 9).

Figura 9. Fase da validação do estudante A3- situação didática 1.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Dando continuidade às resoluções, temos a *situação didática 2*, em que os estudantes se deparam com a imagem apresentada na (Figura 3), na qual é fator essencial para prova da identidade 4.

Na (Figura 10), mostra-se a fase da ação e formulação do estudante A4, associando os números de Fibonacci a cada lado de um quadrado, bem como aplicando a propriedade geométrica que é o cálculo da área do quadrado, ou de um retângulo.



Figura 10. Fase da ação e formulação do estudante A4- situação didática 2.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Dessa forma, os estudantes A4 e A2, conseguem visualizar que o mesmo raciocínio utilizado no problema anterior, pode ser aplicado para demonstração da identidade 4, conforme a (Figura 11).

Por fim, o estudante A3 novamente valida a identidade 4, com a ajuda dos demais dos colegas, substituindo as diferenças em cada termo ao quadrado, para posteriormente eliminar os opostos. Assim, é possível gerar a prova da propriedade que traz o somatório dos quadrados igual ao produto

de dois números consecutivos maiores que zero, conforme a (Figura 12).

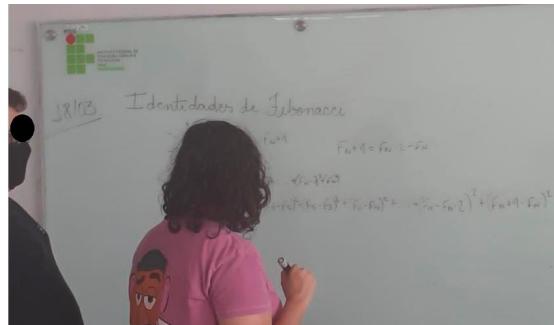


Figura 11. Fase da ação e formulação dos estudantes A4 e A2- situação didática 2.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Figura 12. Fase da validação do estudante A3 – situação didática 2.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Por fim, a institucionalização é realizada pelo professor ao final de cada resolução das situações didáticas propostas, analisando e apresentando cada identidade construída nas partes anteriores. Logo, o docente mostra a real intenção da atividade que era conhecer as relações com os números de Fibonacci, e que a identidade 4 é uma releitura da espiral de Fibonacci, como mostra a (Figura 13).

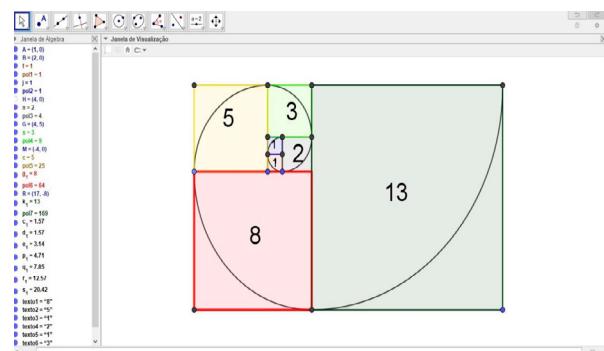


Figura 13. Espiral de Fibonacci.
Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Os estudantes levantaram uma discussão sobre a razão áurea, assunto explorado quando se fala das belezas encontradas na natureza. O professor também acrescentou que essa razão é utilizada nas construções de obras arquitetônicas.

Bem como na tecnologia, como nos televisores e aparelhos celulares, pois a razão áurea é encontrada nas medidas de seus lados, este resultado é conhecido também como o número da perfeição, induzindo o ser humano ter uma visão agradável, a partir deste número, gerando um aumento no consumo.

Os estudantes conseguiram finalizar as resoluções das situações didáticas relacionando as identidades de Fibonacci, por meio de uma visualização geométrica. Dessa forma a validação da pesquisa é feita de imediato, uma vez que os dados coletados e analisados são resultados das aplicações das situações didáticas envolvendo professor e estudantes. Vale ressaltar que a validação foi interna, isto é, não houve comparação dos dados coletados com resultados externos.

Portanto, a validação interna é feita através do confronto das situações didáticas pré-estabelecidas na análise *a priori* com os dados coletados e analisados na análise *a posteriori*, percebendo que os estudantes conseguiram compreender as identidades de Fibonacci por meio de uma visualização geométrica, descobrindo novas informações, que apontam os aspectos cognitivos e didáticos, fazendo uma efetivação da transposição didática e do contrato didático estabelecido.

8. Considerações Finais

Este trabalho é uma parte de uma dissertação de mestrado que vem sendo desenvolvida, responsável por investigar as identidades das sequências recorrentes lineares por meio de visualização geométrica, com um destaque à sequência de Fibonacci. Com base no campo epistêmico-matemático, determinado pela

Matemática Pura, foi realizada uma transposição didática de definições e identidades, planejado e desenvolvido um plano didático, com um propósito de transformar esses conteúdos em assuntos a serem ensinados em sala de aula — no caso em uma turma de Licenciatura em Matemática, na disciplina História da Matemática.

Ressaltando que para aplicar as duas situações didáticas, a utilização do software GeoGebra foi de suma importância, pois este recurso tecnológico facilitou a compreensão dos estudantes nos momentos da ação e formulação das hipóteses para resolução dos problemas propostos.

Dessa maneira, a pesquisa foi realizada por meio de um levantamento bibliográfico sobre a sequência de Fibonacci e suas identidades, bem como sobre a Engenharia Didática e a Teoria das Situações Didáticas. Em seguida, a experimentação, onde os estudantes relacionam os números de Fibonacci com as definições e identidades, utilizando as fases da TSD, elencando suas dificuldades encontradas durante o percurso didático, nos momentos das soluções e validações das situações didáticas, sendo assim objetivo alcançado dessa pesquisa.

Por fim, espera-se que este trabalho possa ocasionar pesquisas futuras, com outras sequências recorrentes lineares, ou em outras instituições de ensino que tenham cursos de formação inicial para professores. Dessa forma poderia ser feita uma avaliação externa com a mesma metodologia de pesquisa e amparada por essa teoria de ensino.

9. Referências

- Almouloud, S. A. (2007). Modelo de ensino/aprendizagem baseado em situações-problema: aspectos teóricos e metodológicos. *REVEMAT*. Florianópolis (SC), 11(2), 109-141. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p109>
- Alves, F. R. V. (2016). Engenharia Didática para a generalização da sequência de Fibonacci: uma

- experiência num curso de licenciatura. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 18(1). <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/20879>
- Alves, F. R. V. & Catarino, P. M. M. C. (2017). A Classe dos Polinômios Bivariados de Fibonacci (PBF): Elementos Recentes sobre a Evolução de um Modelo. *Revista Thema*, 14(1), 112-136. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.112-136.425>
- Artigue, M. (2002). *Didactical engineering as a framework for the conception of theaching products*. In : Didactics of Mathematics as a discipline , 13 ed, Mathematics Education Library, 27-40.
- Artigue, M. (1988) Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Brousseau, G. (2008) *Conteúdos e Métodos de Ensino*. In: SILVA, Benedito Antônio da. *Introdução ao Estudo das Situações Didáticas*. Tradução de: Camila Bogéa. São Paulo: Ática, pp.128.
- Brousseau, G. (1986). *Theorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Tese (Doutorado) — These détat, Université de Bordeaux I.
- Boyer, C. B. (2006). *História da Matemática*. Tradução: Elza F. Gomide. 2 ed. São Paulo: Ed Edgard Blücher,
- Carneiro, V. C. G. (2005). Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. *Zetetike*, Campinas: UNICAMP, 13(23), 85-118. <https://doi.org/10.20396/zet.v13i23.8646981>
- Dunlap, R. A. (2003). *The Golden Ratio and Fibonacci Numbers*. World Scientific.
- Hefez, A. (2003). Elementos de Aritmética. Rio de Janeiro: SBM.
- Koshy, T. (2001). *Fibonacci and Lucas numbers with applications*, Wiley, New York.
- Mangueira, M.C.dos S.& Alves, F.R.V. (2020). Números híbridos de Fibonacci e Pell. *Revista Thema*, 17(3), 831-842. <https://doi.org/10.15536/thema.V17.2020.831-842.1353>
- Mangueira, M.C.dos S.& Vieira, R.P.M; Alves, F.R.V.; CATARINO, P.M.M.C. (2021). Uma experiência da Engenharia Didática no processo de hibridização da sequência de Leonardo. *Revista Binacional Brasil Argentina*. 10(2) dez/2021, 271-297. <https://doi.org/10.22481/rbba.v10i02.9560>
- Oliveira, R. R. de. (2018). *Engenharia Didática sobre o Modelo de Complexificação da Sequência Generalizada de Fibonacci: Relações Recorrentes N-dimensionais e Representações Polinomiais e Matriciais*. Dissertação (Mestrado) — Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE).
- Oliveira, R.R.de & ALVES, F.R.V. (2019). Os números Gaussianos de Fibonacci e relações recorrentes bidimensionais. *Revista: TEMA*, 16(4), .745-754. <https://doi.org/10.15536/thema.V16.2019.745-754.133>
- Oliveira, R. R., Alves, F. R. V.& Paiva, R. E. B. (2017). Identidades Bi e Tridimensionais para os Números de Fibonacci na Forma Complexa. *Revista Eletrônica Paulista de Matemática*, 11ic, 91-106. <https://10.21167/cqdvol11ic201723169664rrofrvarebp91106>.
- Pinheiro, C.P.S.R., Alves, F.R.V., Sousa R.T.& MARINS, A.S. (2021). Engenharia Educacional na abordagem da Sequência de Lucas com a contribuição do GeoGebra: uma experiência no ensino remoto. *Unión: Revista Ibero-Americana de Educação Matemática*, ISSN-e 1815-0640, (63). (Edição dedicada a: Educação Matemática na Pandemia). <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/401>
- Posamentier, A. S.& Lehmann, I. (2007). *The fabulous Fibonacci umbers*. New York: Prometheus Books.
- Ramos, M. G. O. (2013). A Sequência de Fibonacci e o Número de Ouro. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Ilhéus: UESC, 93p. <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/bdtd/201160277D.pdf>
- Ribeiro, T.N. & Souza, D.N. (2016). A Utilização do software GeoGebra como ferramenta pedagógica na construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS)ReviSeM,(1), 36 – 51. <https://doi.org/10.34179/revisem.v1i1.4507>

Sousa, R. T., Azevedo, I. F., & ALVES, F. R. V. (2021). Transposição Didática por meio do GeoGebra como suporte ao ensino de Geometria Analítica. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 17(62), 1-20. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p59-75>

Wells, D. (2005). Prime Numbers: the mysterious figures in the Math. New Jersey: John Wiley and Sons. Inc.



[258]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 19, No. 2 (mayo - agosto, 2024), pp. 244-258



**O EDUCAR PELA PESQUISA COMO POSSIBILIDADE PARA ENSINAR CIÊNCIAS NA
EDUCAÇÃO INFANTIL: REFLEXÕES NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

**EDUCATION THROUGH RESEARCH AS A POSSIBILITY TO TEACH SCIENCE IN EARLY
CHILDHOOD EDUCATION: REFLECTIONS ON THE CONTINUOUS TRAINING OF
TEACHERS**

**LA EDUCACIÓN A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN COMO POSIBILIDAD DE
ENSEÑAR CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN INFANTIL: REFLEXIONES SOBRE LA
FORMACIÓN CONTINUADA DE DOCENTES**

Rosanara Bourscheid*  **Judite Scherer Wenzel**** 

Cómo citar este artículo: Bourscheid, R.; Wenzel, J. S. (2024). O educar pela pesquisa como possibilidade para ensinar ciências na educação infantil: reflexões na formação continuada de professores. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 259-272. <https://doi.org/10.14483/23464712.20274>

Resumo

O presente estudo buscou identificar compreensões acerca do Educar pela Pesquisa com direcionamento para o Ensino de Ciências, em um contexto de formação continuada com professoras que atuam na Educação Infantil. Para tanto realizamos um acompanhamento formativo pela via da Investigação-Formação-Ação com professoras que atuam na Educação Infantil. O objetivo consistiu em oportunizar um espaço de estudo e diálogo sobre os aspectos do Educar pela Pesquisa como modo de potencializar o ensino de Ciências na Educação Infantil. A pesquisa se caracteriza como de cunho qualitativo. O corpus da pesquisa foram as transcrições da gravação de três encontros de formação e a análise foi realizada por meio de Análise Textual Discursiva, da qual emergiram seis categorias iniciais: três categorias intermediárias e uma categoria final: O estudo do Educar pela Pesquisa como potencial para refletir sobre o Ensino de Ciências na Educação Infantil. O metatexto que foi elaborado indica a importância de oportunizar às professoras que atuam na Educação Infantil um espaço de formação continuada, que as auxilie na compreensão dos aspectos do Educar pela Pesquisa como modo para ensinar Ciências. Ressaltamos que ficou evidenciado a necessidade de um Ensino que tenha como referência o questionamento, a argumentação e a comunicação dos resultados por meio da mediação do professor. A vivência formativa apontou para a importância da reflexão dos aspectos teóricos para qualificar a prática pedagógica do coletivo em formação, indicando ainda a necessidade de oportunizar

Recibido: 18 de Diciembre del 2022; aprobado: 12 de Abril del 2024

* Mestra em Ensino de Ciências. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) Campus Cerro Largo/RS, Brasil, rosanarab@hotmail.com

** Doutora em Educação nas Ciências. Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) Campus Cerro Largo/RS, Brasil, juditescherer@uffs.edu.br

que os professores investiguem a sua prática por meio da reflexão, num movimento de reconstrução do conhecimento em espiral de forma contínua e sistemática.

Palavras chave: Formação Continuada. Reflexão. Conhecimento Científico

Abstract

This study sought to identify understandings about Educating through Research with a focus on Science Teaching, in a context of continuing education with teachers who work in Early Childhood Education. To this end, we carried out a training follow-up through Investigation-Training-Action with teachers who work in Early Childhood Education. The objective was to provide a space for study and dialogue on aspects of Educating through Research as a way to enhance the teaching of Science in Early Childhood Education. The research is characterized as qualitative. The corpus of the research consisted of the transcriptions of the recording of three training meetings and the analysis was carried out using Discursive Textual Analysis, from which six initial categories emerged: three intermediate categories and a final category: The study of Educating through Research as a potential for reflect on Science Teaching in Early Childhood Education. The metatext that was elaborated indicates the importance of providing teachers who work in Early Childhood Education with a space for continuing education, which helps them understand aspects of Educating through Research as a way to teach Science. We emphasize that the need for a Teaching that has questioning, argumentation and communication of results through the teacher's mediation as a reference was highlighted. The formative experience pointed to the importance of reflection on theoretical aspects to qualify the pedagogical practice of the collective in formation, also indicating the need to provide opportunities for teachers to investigate their practice through reflection, in a movement of knowledge reconstruction in a spiral way. continuous and systematic.

Keywords: Continuing Education. Reflection. Scientific knowledge.

Resumen

Este estudio buscó identificar comprensiones sobre educar a través de la Investigación con enfoque en la Enseñanza de las Ciencias, en un contexto de formación continuada con docentes que actúan en Educación Infantil. Para ello, realizamos un seguimiento formativo a través de la Investigación-Formación-Acción con docentes que trabajan en Educación Infantil. El objetivo fue brindar un espacio de estudio y diálogo sobre aspectos relacionados con educar a través de la Investigación como forma de potenciar la enseñanza de las Ciencias en Educación Infantil. La investigación se caracteriza por ser cualitativa. El corpus de la investigación consistió en las transcripciones de la grabación de tres encuentros de capacitación y el análisis se realizó mediante Análisis Textual Discursivo, de donde surgieron seis categorías iniciales: tres categorías intermedias y una categoría final: El estudio de educar a través de la Investigación como potencialidades para la reflexión sobre la Enseñanza de las Ciencias en la Educación Infantil. El metatexto elaborado indica la importancia de brindar a los docentes que actúan en Educación Infantil un espacio de formación continua, que les ayude a comprender aspectos de educar a través de la Investigación como forma de enseñar Ciencias. Destacamos que se destacó la necesidad de una Enseñanza que tenga como

referencia el cuestionamiento, la argumentación y la comunicación de resultados a través de la mediación del docente. La experiencia formativa señaló la importancia de la reflexión sobre aspectos teóricos para calificar la práctica pedagógica del colectivo en formación, indicando también la necesidad de brindar oportunidades para que los docentes investiguen su práctica a través de la reflexión, en un movimiento de reconstrucción del saber en forma espiral. continuo y sistemático.

Palabras clave: Educación continua. Reflexión. El conocimiento científico

1. Introdução

O presente artigo, tem como objetivo identificar compreensões do Educar pela Pesquisa com direcionamento para o Ensino de Ciências em um contexto de formação continuada com professoras que atuam na Educação Infantil. Os encontros formativos tiveram a intencionalidade de oportunizar um espaço de estudo e diálogo sobre os aspectos do Educar pela Pesquisa, como modo de potencializar o ensino de Ciências na Educação Infantil num movimento de Investigação-Formação-Ação.

Os resultados que apresentamos, decorrem da análise de três encontros de formação continuada que foram realizados com professoras que atuam na Educação Infantil. Nos referidos encontros o objetivo formativo consistiu em oportunizar um espaço de estudo e de diálogo sobre os aspectos do Educar pela Pesquisa como modo de potencializar o ensino de Ciências na Educação Infantil.

O modelo formativo que orientou todo o processo de formação foi baseado na Investigação-Formação-Ação (IFA), que prioriza a participação do professor pela via da reflexão, da escrita e do diálogo. De acordo com Gúlich (2013, p. 221) “a participação colaborativa na investigação deve ser alicerçada no discurso teórico, prático e político”. Esse movimento formativo é necessário para que o professor construa conhecimentos referentes ao seu planejamento da prática, para que contextualize a

Ciência de forma a contemplá-la no currículo da Educação Infantil.

Compreendemos que a formação continuada é um espaço de diálogo para que os professores reflitam, por meio do estudo sobre o Ensino de Ciências desde a Educação Infantil. E, ao nos direcionarmos para tal ensino, reportamo-nos, conforme Hai et al (2020, p.107), à “[...] Ciência na perspectiva de três grandes áreas: ciências físicas, ciência da vida e ciência da terra e do espaço [...] envolvem conhecimentos de astronomia, biologia, química, geologia, meteorologia, física e matemática.”

Considerando as especificidades dessa área do conhecimento, entendemos que é importante que os professores que atuam em tal contexto de ensino, construam conhecimentos tanto de aspectos teóricos, como metodológicos para potencializar as práticas de Ensino de Ciências na Educação Infantil.

Nesse estágio de desenvolvimento as etapas de ensino contemplam o brincar, a manipulação de objetos, o estímulo à observação, o uso de diferentes interações e brincadeiras. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI) (Brasil, 2010, p.12) indicam que na Educação Infantil é importante trabalhar com um “[...] conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, científico e tecnológico”.

Ao olharmos para tais aspectos e condições para potencializar o desenvolvimento infantil e o ensino de Ciências nos reportamos à Thiesen e Veiga (2020) que nos indicam que,

a Educação Infantil possibilita o uso da pesquisa como princípio educativo. Pois em seu cotidiano é possível valorizar o conhecimento que os estudantes trazem. Enaltecendo suas vivências fora da instituição de ensino, e trazendo-as para dentro da escola, da sala de aula, para a discussão, problematização, pesquisa e resolução em grupo (THIESEN; VEIGA, 2020, p. 209).

Ou seja, pela via da pesquisa é possível desenvolver uma relação mais próxima com o cotidiano da criança, instigando a sua curiosidade por meio dos problemas elaborados seja por ela, ou pelo professor. Em todo esse movimento o professor tem o papel de mediador do conhecimento, de interagir com a criança estabelecendo uma relação que instigue a sua participação. Na perspectiva do Educar pela Pesquisa “[...] os alunos passam a ser considerados como sujeitos, capazes de tomar as iniciativas de sua aprendizagem” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p.100).

Ao contemplar os pressupostos do Educar pela Pesquisa pela via do questionamento, da argumentação e da comunicação, é oportunizada a criança um processo de construção do conhecimento com significado a partir de suas curiosidades e aspectos do seu cotidiano. A prática do ensino por meio da pesquisa em sala de aula potencializa a autonomia, o desenvolvimento da criticidade e instiga a criança a participar de forma efetiva na busca pelas respostas dos questionamentos.

Neste sentido, pesquisar é cada um participar ativamente da construção do seu conhecimento e da construção do conhecimento daqueles com os quais convive no mesmo processo educativo, investindo no questionamento sistemático e na busca de novos

argumentos, novo conhecimento (RAMOS, 2012, p. 29-30).

Compreendemos que para potencializar o Ensino de Ciências no contexto da Educação Infantil, é necessário que o professor escute o que a criança traz de curiosidade, organize situações de aprendizagens ricas em exploração, as quais instiguem a participação da criança na construção do conhecimento sobre os fenômenos do dia a dia numa perspectiva da Ciência. Pessano e Ximendes (2022, p.454) afirmam que a criança ao “utilizar diferentes espaços e materiais a criança tem a possibilidade de vivenciar experiências diferentes, sensações e sentimentos que futuramente lhe propiciarão construir conhecimentos sobre o mundo, sobre si mesmas, sobre a natureza, enfim, diferentes saberes”.

Tais aspectos estão muito próximos do Educar pela Pesquisa em sala de aula, que de acordo com Demo (2015, p. 12) ao propor questionamento reconstrutivo, destaca que “este é o espírito que perpassa a pesquisa, realizando-se de maneiras diversas conforme o desenvolvimento das pessoas”. Para o mesmo autor (2015, p. 13), na Educação Infantil a criança é por vocação pesquisador “tudo quer saber, pergunta sem parar, mexe nas coisas, desmonta os brinquedos, aparece o mesmo espírito, embora não seja o caso de esperar algo formal e elaborado”. Nesse sentido, é importante a escuta do professor relacionada às perguntas da criança, para impulsionar o questionamento reconstrutivo e construir aprendizagem.

Ressaltamos que no processo de ensino pela via do Educar pela Pesquisa “[...] as respostas aos questionamentos não vêm dos teóricos e dos livros. Vêm dos participantes” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 97) ou seja, do seu envolvimento com o processo, pelo uso de diferentes estratégias de ensino, seja por meio da leitura, da escrita, da confecção de desenhos, das observações, das coletas de dados, da elaboração de cartazes entre outros.

Com base na perspectiva histórico-cultural (VIGOTSKI, 1989), compreendemos a relevância de ensinar Ciências na Educação Infantil como modo de qualificar o desenvolvimento da criança e, apoiamo-nos em Arce et al (2011, p. 61) que indicam que “[...] ao conhecer cada vez mais o mundo em que está inserida, a criança não só comprehende melhor, mas ganha ao desenvolver habilidades de raciocínio [...] de imaginação e criação.” Tal visão aproxima-se dos pressupostos da aula com pesquisa pois, segundo Galiazzzi e Moraes (2002, p.238), “[...] o trabalho de aula gira permanentemente em torno do questionamento reconstrutivo de conhecimentos já existentes”.

A pesquisa em sala de aula precisa do envolvimento ativo e reflexivo permanente de seus participantes. A partir do questionamento é fundamental pôr em movimento todo um conjunto de ações, de construção de argumentos que possibilitem superar o estado atual e atingir novos patamares do ser, do fazer e do conhecer (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p.15).

A argumentação se constitui num movimento de construir hipóteses e sentidos para o questionamento inicial. O professor por meio da escuta das demandas da criança e como mediador do processo, tem a função de organizar diferentes atividades para que a criança interaja, instigando a sua curiosidade e a percepção do saber, que se constituem na relação e no compartilhamento entre os participantes da pesquisa. Para Demo (2015, p. 21) “trata-se sempre de aprender junto, instituindo o ambiente de uma obra comum, participativa. A experiência do aluno será sempre valorizada, inclusive a relação natural hermenêutica de conhecer a partir do conhecido”, ou seja, a partir dos conhecimentos que a criança traz do seu cotidiano.

Ainda para Ramos (2012, p. 27-28) “[...] cabe aos professores ficarem atentos, durante a sua ação educativa, às oportunidades que permitam desenvolver a capacidade argumentativa dos

alunos”. Nessa perspectiva destacamos como fundamental, o uso da linguagem na construção dos conceitos científicos para inserir a criança numa cultura científica ao ensinar Ciências na Educação Infantil.

Para Hai et al (2020, p. 54) “os conceitos não existem sem linguagem, ela nos ajuda fixá-los e a comprehendê-los. Nesse momento, a linguagem ganha novo status para o desenvolvimento infantil: ela passa a ser um instrumento do conhecimento”. Assim ao indicarmos, no contexto da formação continuada, o Educar pela Pesquisa como modo de potencializar o ensino de Ciências na Educação Infantil por meio de situações de aprendizagem ricas em questionamento, exploração, observação, elaboração de síntese, como forma de construir os conhecimentos científicos pelo uso das diferentes linguagens.

A organização, planejamento e o conhecimento do professor são fatores fundamentais para desencadear um movimento de pesquisa em sala de aula articulada ao currículo da Educação Infantil presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) Nesse sentido compreendemos que o professor necessita de “suporte científico suficiente que o permita ser capaz de dominar tanto os conteúdos científicos, como o meio que leva ao estabelecimento dos conceitos” (HAI et al, 2020, p.104).

É importante o conhecimento de que a escola é fundamental para ensinar às crianças os conceitos científicos por meio de experiências, de questionamentos que as instiguem a querer saber mais sobre os temas do cotidiano. Hai et al (2020, p. 104) indicam que “[...] os conhecimentos científicos, por ser uma construção humana, [...] necessitam ser ensinados desde a mais tenra idade, de forma que enriqueçam a experiência da criança” a partir do que elas já conhecem, do seu envolvimento no processo de ensino, perpassando as experiências concretas das vivências na

construção dos conhecimentos científicos, destacamos a importância em

[...] favorecer o desenvolvimento de estratégias de ensino, que contribuam para com o desenvolvimento desta área do saber, especialmente durante os primeiros anos escolares, quando a curiosidade e a necessidade de obter respostas sobre o mundo se caracterizam como uma busca incessante por parte dos aprendentes (PESSANO; XIMENDES, 2022. p. 453).

Nessa perspectiva, é importante oportunizar ao professor espaços formativos que qualifiquem o processo de reflexão na, para e sobre a prática bem como, o estudo de modos de ensino que auxiliem a melhorar a sua prática relacionada ao Ensino de Ciências na Educação Infantil. No contexto formativo que acompanhamos, indicamos como modelo de formação a IFA que comprehende o professor como um protagonista do seu processo formativo e, com o uso de diferentes instrumentos, como a escrita, a leitura e a socialização da prática possibilita que ele “[...] se torne gradativamente mais crítico e mais comprometido com a melhoria de suas práticas, pensar sobre e para o que faz, refletir sobre o caminho, o conteúdo, sua formação” (GÜLLICH, 2013, p. 207).

A formação continuada por meio da IFA considera, em seus aspectos, o conhecimento e a prática pedagógica do professor, na qual o professor constrói conhecimentos por meio da reflexão coletiva e investiga a sua prática. Para o presente artigo nossa atenção se voltou para três encontros de formação nos quais tivemos a leitura dialogada de um texto e a socialização das escritas do diário de formação que contemplaram respostas de questões orientadoras.

Os encontros foram degravados e consistiram no corpus que foi minuciosamente analisado pela via da Análise Textual Discursiva (ATD), por meio da qual buscamos compreender o que se mostrou na formação continuada acerca dos aspectos do

Educar pela Pesquisa e a sua relação com o ensino de Ciências na Educação Infantil. Apresentamos na sequência algumas especificidades do contexto de formação e da metodologia de análise.

2. O contexto formativo e o processo analítico de pesquisa

Este artigo é resultante de uma pesquisa de Mestrado em Ensino de Ciências. O estudo em questão, foi desenvolvido junto à um grupo de professoras de uma escola pública da rede municipal de ensino situada no interior do Estado do Rio Grande do Sul. Estão incluídas neste processo sete professoras que lecionam na Educação Infantil. Das sete professoras, quatro apresentam formação em nível médio magistério. E no Ensino Superior cinco apresentam Graduação em Pedagogia, uma é licenciada em Matemática e uma é licenciada em Artes. Quanto ao tempo de atuação na Educação infantil, cinco das professoras atuam há cinco anos na Educação Infantil, uma há dez anos e uma há onze anos.

A investigação contou com a autorização do Comitê de Ética em Pesquisa¹ da Universidade em que as autoras estão vinculadas. Todos os envolvidos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), observando as orientações previstas na Resolução nº 510/2016 (BRASIL, 2016) do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Os encontros de formação foram realizados entre os meses de setembro e dezembro de dois mil e vinte², conferindo às professoras quarenta horas de formação que foram certificadas via projeto de extensão aprovado na Universidade em que as autoras estão vinculadas. No total, foram realizados

1. Número do Parecer emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa: 4.646.406

2. Com os devidos cuidados de acordo com a Lei Nacional nº 13.979 de 6 de fevereiro de 2020, que dispõe sobre medidas para o enfrentamento da emergência em saúde pública decorrente do COVID-19. Decreto Municipal de calamidade pública Nº82/2020 de 31 de agosto de 2020.

seis encontros e, para este artigo, foram analisadas as transcrições dos três encontros finais, com atenção para as compreensões acerca do Educar pela Pesquisa e o Ensino de Ciências na Educação Infantil. A organização dos três encontros cuja transcrição contemplou o *corpus* de análise está indicada no quadro sete que segue.

Quadro 7 - Organização dos três encontros formativos.

Encontro	Temática	Objetivo	Instrumento
4 ³	Compreensões sobre o Ensino de Ciências e o Educar pela Pesquisa.	Identificar aspectos do Educar pela Pesquisa e compreender a importância de perguntar na prática do Ensino de Ciências. **	Slide e diálogo sobre os aspectos do Educar pela Pesquisa. Socialização da escrita das questões.
5	Compreensões sobre o Ensino de Ciências e o Educar pela Pesquisa.	Identificar aspectos do Educar pela Pesquisa na leitura e diálogo do texto: Brincando com a luz: Ciência na pré-escola ⁴	Leitura, slides e diálogo sobre os aspectos do Ensino de Ciências e os aspectos do Educar pela Pesquisa
6	Elaboração de uma prática pedagógica e as compreensões das professoras participantes sobre o Ensino de Ciências na Educação Infantil.	A elaboração de uma prática pedagógica em dupla, que contemplasse o Ensino de Ciências e os aspectos do Educar pela Pesquisa.	Diálogo e socialização das práticas

Fonte: As autoras (2022)

Tendo em vista os pressupostos da IFA (GÜLLICH, 2013, p. 221) por meio da qual “a participação colaborativa na investigação deve ser alicerçada no discurso teórico, prático e político, nesta

3. *Realizamos dois encontros antes desses, nos quais trabalhamos com o texto Joãozinho da Maré, de um dos capítulos do livro: CANIATO, Rodolpho. Com ciência na educação: Ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de ciência. Campinas, SP: Ed. Papirus, 1987. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5828291/mod_resource/content/1/Aula%201_trecho%20do%20texto_Jo%C3%A3ozinho%20da%20Mar%C3%A9.pdf

** Artigo que integra o capítulo 04 da dissertação: Educar pela Pesquisa como perspectiva para organizar o Ensino de Ciências na Educação Infantil (reflexão dos encontros de formação 4, 5 e 6).

4. Brincando com a luz: Ciência na pré-escola, disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282661397_Brincando_com_a_luz_Ciencia_na_pre-escola_Playing_with_light_Preschool_science

modalidade de participação incide a plena investigação-formação-ação educacional crítica” organizamos leitura de textos, escrita reflexiva em diário de formação, questões orientadoras para a escrita e o diálogo na roda de socialização. Nossa intencionalidade foi com que os textos, as questões e os contextos formativos das professoras “servissem de molas propulsoras da discussão-reflexão na investigação-ação” (GÜLLICH, 2013, p. 48). As questões que elaboramos (Quadro 8) tiveram a intencionalidade de orientar tanto a escrita no diário de formação, bem como, a reflexão teórica e prática para a troca entre os pares no coletivo.

Quadro 8 - Questões sobre o Educar pela Pesquisa

- | | |
|----|-------------------------------------------------------------------|
| 1) | Quais as etapas do Educar pela Pesquisa? |
| 2) | Você considera estas etapas importantes? Justifique. |
| 3) | Você já realizou uma prática no contexto do Educar pela pesquisa? |
| 4) | Destaque um excerto do texto que você considerou importante. |

Fonte: As autoras (2022)

As questões orientadoras serviram de base tanto para a escrita nos diários de formação como para as discussões nos encontros de formação. Selecionei para análise apenas as gravações dos encontros. Nas suas falas as professoras traziam o que escreveram nos diários e ainda, complementavam com mais elementos das suas práticas a partir dos diálogos estabelecidos. E na escrita do diário de formação se limitaram a responder à pergunta relacionada ao texto em estudo. Para GÜLLICH (2013, p. 262) “a experiência de estar narrando às próprias ações docentes é a princípio difícil, mas com o passar do tempo, se torna uma atividade prazerosa, contribuindo na qualificação e desenvolvimento profissional, objetivo da formação continuada”.

No processo analítico, visando compreender como se mostram os conhecimentos das professoras acerca do Educar pela Pesquisa e a sua relação com o Ensino de Ciências, ou seja, na busca de compreender um fenômeno, realizamos uma

abordagem qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.11), a qual “[...] tem o ambiente natural como sua fonte de dados e o pesquisador como principal instrumento”. E, como aporte metodológico, para a análise do corpus fomos guiados pela ATD (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 119) que “constitui metodologia aberta, caminho para um pensamento investigativo, processo de colocar-se no movimento das verdades, participando de sua reconstrução”, esse movimento se realiza na instabilidade e na incerteza, assim, o autor necessita interpretar, construir e (re)construir os dados da pesquisa para constituir o corpus da análise.

Para Moraes e Galiazzi (2006, p. 121) “mais do que superar a incerteza e a insegurança é preciso aprender a com ela conviver, percebendo os progressos e êxitos e a partir disso adquirir confiança nos produtos atingidos”. A linguagem tem um papel fundamental na organização e construção da análise da pesquisa, neste aspecto Moraes e Galiazzi (2006, p. 123) afirmam que é pela linguagem “que o pesquisador pode inserir-se no movimento da compreensão, de construção e reconstrução das realidades [...] a partir dos contextos que investiga”. Compreendemos que esses aspectos são importantes para compreender e construir sentidos no processo de interpretação e construção de significado do conjunto de textos que fazem parte do corpus da pesquisa.

Considerando o ciclo da ATD, a primeira etapa da análise constitui-se na organização das unidades de significado (US) e na codificação delas. Todas as US estão enumeradas e a sigla P indica Professora, o número que acompanha a letra P indica se é a Professora um, dois, três e assim sucessivamente, até o número sete. O número que está ao lado da identificação da professora indica o número da US, o número final identifica a numeração sequencial das US, como por exemplo: P15US2. PF indica a professora pesquisadora que atuou como formadora.

O corpus de análise que foi objeto de estudo neste trabalho foi codificado em setenta e duas

(72) US. Da análise emergiram seis (06) categorias iniciais, as quais, pelo processo analítico, foram reagrupadas em três (03) categorias intermediárias, as quais originaram uma (01) categoria final. O movimento analítico está indicado no quadro 9.

Segue a escrita do metatexto elaborado para a categoria final: O estudo do Educar pela Pesquisa como potencial para refletir sobre o Ensino de Ciências na Educação Infantil.

3. O estudo do educar pela pesquisa como potencial para refletir sobre o ensino de ciências na educação infantil

Consideramos que o Ensino de Ciências em sala de aula, por meio dos pressupostos do Educar pela Pesquisa, possibilita um processo em espiral de construção do conhecimento que se apresenta em reconstrução permanente, e que é possível de ser realizado no processo interativo entre professor, criança e contexto, sempre com a mediação do professor. Para Hai *et al* (2020, p. 117), “a criança precisa experimentar para guardar, agir para compreender, a fim de, aos poucos, com direção e o estímulo do professor, ir enxergando e compreendendo o mundo com [...] mais sentido”.

Nesse sentido, é importante que o professor conheça e vivencie as etapas do Educar pela Pesquisa como modo de ensino, visando potencializar uma prática questionadora e de construção de argumentos com as crianças, uma vez que,

a pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionar dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p.12).

Quadro 9 - Unidades de Significado e Categorias Emergentes

Código das US e exemplos das US*	Categorias Intermediárias	Categoria Final
<p>₁US1, ₁US3, ₄US4, ₃US5, PFUS7, ₁US10, PFUS27, PFUS28, PFUS32, ₄US50, ₅US51, ₅US52, ₃US57, ₁US60, ₅US66, ₆US70, ₆US71, ₆US72</p> <p><i>P₃US10-O questionamento é essencial para a organização e como comunicar os resultados da pesquisa é importante, pois leva a uma discussão crítica e avaliativa.</i></p> <p><i>P₁US3- produzir especialmente por escritos documentos que sintetizem os resultados desse trabalho, é a comunicação</i></p> <p><i>PFUS27-as hipóteses elas podem ser registradas pela escrita, no caso da Educação Infantil pelo desenho e pela fala também.</i></p>	1-Etapas do Educar pela Pesquisa	
<p>₁US2, ₂US11, ₂US12, ₂US13, ₂US14, ₂US15, ₁US16, ₂US17, ₂US18, ₂FUS19, ₇US20, ₁US21, ₂US22, PFUS25, ₂FUS26, ₂FUS29, ₃US33, ₁US34, ₆US36, ₃US37, ₃US38, ₂US41, ₇US42, ₂US43, ₁US45, ₅US47, ₄US49, ₅US53, ₃US56, ₃US58, ₁US62, ₁US63, ₂US69</p> <p><i>P₅US18- As etapas do Educar pela Pesquisa são fundamentais para aprender a aprender, transformam o educando em sujeitos do processo do seu aprendizado, assumindo assim a construção do seu saber ao invés de receber o pronto.</i></p> <p><i>P₂US12-Há uma aproximação de professor e aluno [...] quando o professor passa a ser orientador e mediador no processo construtivo do aluno.</i></p> <p><i>P₃US36- ciências [...], é a natureza, várias coisas que envolvem a ciência.</i></p> <p><i>P₃US38-com ciências você consegue estimular mais a curiosidade, a investigação, o questionamento [...]</i></p>	2-Planejamento, escuta e contextualização no processo de ensinar Ciências	O estudo do Educar pela Pesquisa como potencial para refletir sobre o Ensino de Ciências na Educação Infantil.
<p>PFUS6, ₁US8, ₆US9, ₃US23, PFUS24, PFUS30, PFUS31, ₃US35, ₃US39, ₁US40, ₁US44, ₂US46, ₅US48, ₅US54, ₃US55, ₁US59, ₁US61, PFUS64, ₃US65, ₂FUS67, ₃US68</p> <p><i>P₃US55 - [...] a importância da pesquisa em sala de aula. Essa curiosidade instiga a compreensão do mundo e prepara as crianças para fazerem novas descobertas aguçando a percepção do saber.</i></p> <p><i>P₇US40-eu vi que era tudo o que nós já vínhamos fazendo, mas precisava dessa parte teórica [...]</i></p> <p><i>P₃US68-então tem coisas que tu acha que são óbvias pra ti mas que pro outro não são, tu esquece que o outro não tem a mesma vivência que você.</i></p>	3-Estudos e movimentos reflexivos das professoras com atenção para o Ensino de Ciências	
72 US - 06 CAT. INICIAIS	03 CAT. INTERMEDIÁRIAS	1 CAT. FINAL

Fonte: As autoras (2022)

No processo do questionamento é importante que o professor instigue as crianças a participarem do diálogo sobre o que já conhecem sobre o tema em estudo, o que ainda não sabem e o que desejam aprender. De acordo com Hai *et al* (2020, p. 118) “[...] o segundo passo é auxiliar os alunos a levantarem hipóteses sobre fenômeno que está sendo estudado, o objeto que está a explorar

a falar sobre ele\registrar essas hipóteses para se proceder a experimentação”. No processo do Educar pela Pesquisa ao buscar responder os questionamentos as crianças são instigadas a buscar mais informações, a realizar coleta de dados, a observar. E esse movimento das etapas iniciais do fazer pesquisa se mostrou nos diálogos das professoras:

Parte do questionamento... de uma pergunta. E no processo daí a construção dos argumentos que é a questão dos dados empíricos e depois a comunicação que ela precisa sair de dentro da sala de aula. (PFUS7)

Primeiro momento então seria uma roda de conversa pra desencadear a discussão sobre o que significa a palavra mamífero e ouvir o que as crianças têm a dizer sobre essas palavras. (P₅US51)

E convidar um apicultor. Observar uma caixa de abelha jatei [...] e conhecer equipamento de um apicultor. (P₃US58)

É notório o conhecimento do professor para fazer uso da linguagem na construção do conhecimento científico com a criança, conforme Hai *et al* (2020, p. 54) “os conceitos científicos não existem sem linguagem, ela nos ajuda a fixá-lo e a compreendê-lo. Nesse momento, a linguagem ganha *status* para o desenvolvimento infantil: ela passa a ser um instrumento de conhecimento”. E a mediação e o direcionamento do professor para auxiliar a criança no processo de construção dos conceitos científicos e no seu desenvolvimento se mostram fundamentais pelo uso da linguagem, seja por meio da oralidade, na elaboração de argumentos e no direcionamento das observações.

Compreendemos que a linguagem é um dos instrumentos importantes para o ensino e aprendizagem da criança, para, (HAI *et al*, 2020, p. 111.) [...] é necessário voltarmos a insistir que o professor instigue, proponha, questione, direcione o olhar das crianças”, pois a escola é o lugar de oportunizar a vivência de construção de conceitos científicos. Para Ramos (2012, p. 27) desenvolver a capacidade de argumentar “é contribuir para que os sujeitos sejam capazes de interferir no discurso de forma reconstrutiva por meio do diálogo e do princípio da pesquisa”.

Assim, ao considerar a relevância da interação entre os participantes do processo de pesquisa, no qual o diálogo coletivo e a mediação do professor são fundamentais para a reconstrução

do conhecimento num processo em espiral permanente, compreendida como um “ciclo dialético capaz de levar os modos de ser, compreender e fazer cada vez mais avançados. Os elementos principais desse ciclo são o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 12). De acordo com os autores (2012, p. 19), no processo do Educar pela Pesquisa “[...] é muito mais importante [...] a construção das habilidades de questionar, de construir argumentos com qualidade e saber comunicar os resultados à medida que são produzidos”.

A partir das leituras realizadas, as professoras identificaram como fundamental os aspectos teóricos para compreender as etapas do Educar pela Pesquisa, bem como relacionar com a sua prática de Ensino e com o Ensino de Ciências. Esse movimento de tomada de consciência do modelo teórico, auxiliará as professoras para realizarem o planejamento de situações de aprendizagem por meio da problematização, interação, construção de argumentos e a elaboração de novas perguntas. Esse conhecimento do Educar pela Pesquisa que implica em novas compreensões de aprendizagem e de modos de ensinar

[...] envolvem, para além dos conhecimentos, as emoções, os sentimentos e a consciência, implicam o método, o estudo e a organização do trabalho, incluem a criatividade, a capacidade de resolver problemas, a inteligência e a intuição (NÓVOA, 2009, p. 61).

Nesse aspecto, atentamos para a relevância do conhecimento teórico do professor sobre os modelos de ensino, no caso em questão, o processo da inserção do Educar pela Pesquisa em sala de aula bem como sobre a necessidade de o professor estar aberto a construir novas compreensões de aprendizagem. Para Nóvoa (2009, p. 88) [...] promover a aprendizagem é compreender a importância da relação ao saber, é instaurar novas formas de pensar e de trabalhar

na escola, é construir um conhecimento que se inscreve numa trajetória pessoal".

As professoras ao se apropriarem da perspectiva teórica do Educar pela Pesquisa trouxeram a necessidade da interação, da participação da criança e tais depoimentos estavam relacionados tanto com a perspectiva do Educar pela Pesquisa que estava sendo estudado quanto algumas práticas de ensino já vivenciadas.

A partir do questionário que surgiu da turma né, daí eles perguntaram a partir da questão: Por que há tantas formigas no quintal da escola? (P₆US70)

O ensino se torna significativo por meio da participação e interação com o aluno. (P₇US20)

Há uma aproximação de professor e aluno [...] quando o professor passa a ser orientador e mediador no processo construtivo do aluno. (P₂US12)

Nessas explanações, observamos a necessidade do estudo direcionado na formação continuada sobre o Educar pela Pesquisa e o Ensino de Ciências, para ampliar o entendimento das professoras sobre diferentes possibilidades de aprendizagem científicas relacionadas ao cotidiano das crianças.

Os pontos de partida podem ser muitos e devem, por isso mesmo ser preparados pelo professor. Pode-se por exemplo, começar com um livro de literatura infantil, ou observar algo que fomente o questionar delas. Falamos em fomentar porque as questões não surgirão, em um primeiro momento, espontaneamente, o professor precisará desenvolver essa atitude de questionar (HAI et al, 2020, p. 117).

Realizar essas aproximações demandam tanto conhecimento teórico específico das Ciências por parte do professor, quanto escolhas de inserção dos passos da pesquisa em sala de aula. No diálogo formativo estabelecido, ao socializarem as suas propostas de ensino com o uso de Educar pela Pesquisa, a partir da pergunta, as professoras apontaram o uso de diferentes ferramentas como fator fundamental para estimular o diálogo em

sala de aula, a curiosidade da criança, bem como estabelecer a interação na elaboração de novos argumentos e de novas perguntas, segue algumas US.

Apresentar um pote de mel para degustação, questionar de onde vem, quem faz o mel. E convidar um apicultor. (P₃US58)

As crianças pesquisam no livro, assistem desenho animado, entrevistam biólogos e podem fazer observação de campo. (P₆US71)

Compreendemos que é notório oportunizar aos professores um espaço de estudo teórico articulado com a prática, em processo coletivo de diálogo sobre a sua ação pedagógica, num movimento de reflexão na e sobre a prática. Conforme Alarcão (1996, p. 179), é importante que o professor "reflita sobre a sua experiência profissional, a sua atuação educativa, os seus mecanismos de ação, a sua práxis ou, por outras palavras, reflita sobre os seus fundamentos que o levam a agir de uma determinada forma".

O professor ao refletir coletivamente constrói conhecimento necessário para planejar, e se desafia para melhorar a sua prática para melhor ensinar Ciências às crianças na Educação Infantil. Para Imbernón, (2011, p. 15) a formação continuada tem um papel importante no sentido de ajudar o professor a compreender aspectos de sua prática de forma teórica "[...] reflexiva em grupo [...] como processo coletivo para regular as ações, os juízos e as decisões sobre o ensino". Assim, a partir da reflexão com os pares, é oportunizado uma melhor organização e direcionamento da ação pedagógica, que contribui para ensinar Ciências de forma crítica e investigativa, articulando o cotidiano com os conhecimentos científicos.

Conforme Maldaner, (2000, p. 30), o processo reflexivo da prática pedagógica possibilita ao professor "ver a sua realidade de sala de aula para além do conhecimento na ação e de responder, reflexivamente, aos problemas do dia-a-dia nas

aulas". Nesse aspecto, a formação realizada com as professoras, mostrou a relevância da reflexão com o coletivo em formação como oportunidade de partilhar as vivências pedagógicas a partir do contexto das professoras.

Percebendo com pesquisas, vivências e atividades a importância da pesquisa em sala de aula. (P₃US55)

Eu acho que essa parte teórica para nós estava faltando e agora a gente conseguiu compreender melhor. (P₅US48)

Eu vi na formação que era tudo o que nós já vínhamos fazendo, mas precisava dessa parte teórica... (P₇US40)

O reconhecimento do processo formativo vivenciado pelas professoras reforça a necessidade de formação mediada e conduzida com intencionalidade. O professor formador é importante nesse processo de auxiliar, de indicar leituras como modo de potencializar o diálogo e o movimento reflexivo. Tal movimento auxilia o professor na tomada de consciência das suas escolhas, como aponta a P₇US40. Para Bervian e Pansera (2020, p.120) "a formação docente em processos de interação nas comunidades autorreflexivas favorece o desenvolvimento dos conhecimentos necessários para a atuação profissional".

Ainda, de modo especial, indicamos como destaque o espelhamento de práticas por meio da IFA, que de acordo com GÜLLICH (2013, p. 133), "a partir dos nossos próprios pares, podemos perceber a profissão docente, seus dilemas, dores, sabores, entraves e expectativas que vão sendo explicitadas e facilitando a compreensão no contexto reflexivo-formativo". Esse movimento contemplou a participação das professoras a partir do contexto de suas práticas, e instigou-as ao diálogo reflexivo das suas práticas articulados com a teoria.

A IFA implica tanto a intervenção controlada como o pensamento prático dentro da espiral autorreflexiva, que se coloca como um programa de intervenção

ativa, conduzido por indivíduos comprometidos [...], pela via da reflexão prática e crítica. Nesse sentido, os professores em formação passam de meros participantes passivos de cursos e capacitações para pesquisadores ativos de suas práticas em contexto (GÜLLICH, 2013, p. 220).

O processo da IFA possibilitou movimentos reflexivos de investigação da prática pedagógica das professoras, assim como oportunizou por meio do Educar pela Pesquisa a construção de conhecimento de possibilidades para ensinar Ciências na Educação Infantil.

A comunidade autorreflexiva constituída pela IFA potencializa a reflexão coletiva e desafia os professores, ao transformar suas próprias práticas e ao problematizar as suas atividades pedagógicas como parte de uma dimensão social mais abrangente, considerando todo o contexto educacional e as necessidades de mudanças, inovações e reformas no contexto educativo (BERVIAN; PANSERA, 2020, p. 131).

O estudo reflexivo teórico e prático, contribuiu para ampliar a compreensão das práticas que as professoras realizam no contexto, no seu planejamento do Ensino de Ciências, num viés mais contextualizado com o currículo e com as curiosidades da criança, num movimento de questionamento e de argumentação. A escuta do professor em relação ao que as crianças trazem de suas vivências para a sala de aula é importante para organizar situações de aprendizagem de acordo com a faixa etária.

Percebendo com pesquisas, vivências e atividades a importância da pesquisa em sala de aula. Essa curiosidade instiga a compreensão do mundo e prepara as crianças para fazerem novas descobertas aguçando a percepção do saber. (P₃US55)

Ouvir a criança, é importante educar pelo questionamento de ouvir o que eles têm, que as vezes a gente quer passar pra eles conteúdos e esquece disso. (P₁US45)

A formação continuada com o grupo, indiciou possibilidades de Ensinar Ciências na Educação Infantil pela via do Educar pela Pesquisa. O estudo teórico e prático, se mostrou como elemento fundamental de investigação para repensar a prática pedagógica e o ensino investigativo. Para Hai et al (200, p. 104) “o professor de educação infantil deve receber um suporte científico suficiente, que o permita ser capaz de dominar tanto os conteúdos científicos, como os meios que levam ao estabelecimento dos conceitos”. Nesse aspecto, o planejamento da formação com direcionamento, orientação, escuta das necessidades do contexto e o uso de diferentes instrumentos, indicou a importância de organização de grupos de estudo na escola para que os professores tenham oportunidade de refletir, dialogar e investigar a sua prática.

4. Conclusão

O processo analítico via ATD, nos mostrou aspectos da etapa do Educar pela pesquisa como uma possibilidade de viabilizar o Ensino de Ciências na Educação Infantil. A organização de espaços para o diálogo reflexivo das práticas pedagógicas, em consonância com a teoria se mostrou como fator fundamental para qualificar as compreensões das professoras das relações entre o Educar pela Pesquisa, o Ensino de Ciências e as suas práticas pedagógicas. Foi possível indicar, nos diálogos das professoras, o conhecimento sobre as especificidades do processo de pesquisa em sala de aula que contempla as etapas do questionamento, da construção dos argumentos e da comunicação.

Com a prática formativa que foi vivenciada, apontamos a relevância de na formação continuada aproximar a vivência das práticas das professoras com os aspectos teóricos. Esse movimento possibilitou a reflexão do trabalho pedagógico de forma coletiva e colaborativa, e favoreceu a construção do conhecimento do processo do

Educar pela Pesquisa. Para GÜLLICH (2013, p.227) “avançar e progredir em direção da transformação das práticas” é necessário para oportunizar a construção de conhecimento para um ensino crítico e reflexivo. De forma especial, apontamos necessidade de oportunizar às professoras espaços de formação continuada pela via da IFA, com o uso de instrumentos de leitura, de escrita e de diálogo, para refletir sobre os aspectos do Educar pela Pesquisa como possibilidade para Ensinar Ciências na Educação Infantil.

Ainda, destacamos o papel do professor formador para mediar e conduzir o processo formativo, no sentido de conhecer o contexto, construir um processo dialógico de interação com os professores, bem como, realizar um diagnóstico das necessidades do grupo para planejar a formação que contemple temas potencializadores para as reflexões.

Por fim, o processo de construção de conhecimento acerca dos aspectos do Educar pela Pesquisa como possibilidade para Ensinar Ciências na Educação Infantil, favoreceu às professoras um olhar cuidadoso no planejamento com direcionamento para o ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos, atentando para o ciclo do Educar pela Pesquisa, e com isso, novas compreensões acerca do aprender e ensinar foram sendo construídas, num movimento de reflexão da IFA por meio da qual os professores passam a ser “pesquisadores ativos de suas práticas em contexto” (GÜLLICH, 2013, p. 220), que ao investigar a sua prática também se constituem melhores profissionais.

Referências

- Alarcão, I. (1996). *Formação Reflexiva de Professores: Estratégias de Supervisão*. Coleção Cidine. Porto Editora.
- Arce, A.; Silva, D.A.S.M. da., Varotto, M.. (2011). *Ensinando ciências na educação infantil*. Alínea.
- Bervian, P.V., Pansera de Araújo, M.. C. (2020). A comunidade autorreflexiva na constituição d o s

- conhecimentos de professor pela investigação-formação-ação. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, pp. 118-134.
- Brasil, Ministério da Educação. (2010) Secretaria de Educação Básica. Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil. Secretaria de Educação Básica. MEC, SEB.
- Brasil. Base Nacional Comum Curricular. (2017). Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica.
- Demo, P. (2015). Educar pela Pesquisa. 10. Ed. Campinas, Autores Associados.
- Galiazzi, M. do C., Moraes, R. (2002). Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 237-252.
- Gülich, R. I. da C. (2013). *Investigação –Formação – Ação em Ciências: um caminho para reconstruir a Relação entre o Livro Didático, o Professor e o Ensino*. 1 ed. Prismas.
- Hai, A. A., Silva, D. A.S. M; da., Varotto, M.; Miiguel, C. C. (2020). Ensinando Ciências na Educação Infantil. 2 ed. Editora Alínea.
- Imbernon, F. (2011). Formação docente e profissional: *Formar-se para a mudança e a incerteza*. Cortez.
- Lüdke, M., André, M. E. D. (1986) A Pesquisa em educação: *Abordagens Qualitativas*. EPU.
- Maldaner, O. A. (2000). A formação continuada dos professores de química: *professor/pesquisador*. UNIJUÍ.
- Moraes, R., Galiazzzi, M. do C; Ramos, M.. (2012). Pesquisa em Sala de Aula: fundamentos e pressupostos. In: Moraes, R; Lima, V. do R. (org). *Pesquisa em sala de aula: tendências para educação em novos tempos*. 3 ed. DIPUCRS.
- Moraes, R. (2012). Educar pela Pesquisa: exercício de aprender a aprender. In: Moraes, R. Lima, V. do R. (org). *Pesquisa em sala de aula: tendências para educação em novos tempos*. 3 ed. DIPUCRS.
- Moraes, R., Galiazzzi, M. do C. (2006). Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117-128.
- Nóvoa, A. (2009). Professores: *imagens do futuro presente*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Pessano, E., Ximendes, F. (2022). Percepções de crianças da Educação Infantil sobre os conceitos de ciência e de cientista. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(3), pp. 451-464.
- Ramos, M. G. (2012). Educar pela Pesquisa é Educar para a Argumentação. In: Moraes, R. Lima, V. do R. (org). *Pesquisa em sala de aula: tendências para educação em novos tempos*. 3 ed. DIPUCRS.
- Thiesen, J. G., Veiga, M. E.da. (2020). A pesquisa no processo pedagógico como caminho para a transdisciplinaridade na Educação Infantil. Revista Insignare Scientia. Edição Especial: *A Pesquisa como Princípio Pedagógico*, 3(3).
- Vygotsky, L. S. (1989). *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes.





UNA PROPUESTA DE ABORDAJE MULTIRREFERENCIAL DEL HACRE. POSIBLES VINCULACIONES ENTRE QUÍMICA Y SALUD

A MULTIREFRENCIAL APPROACH TO HACRE. POSSIBLE LINKS BETWEEN CHEMISTRY AND HEALTH

UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM MULTIREFRENCIAL PARA O HACRE. POSSÍVEIS LIGAÇÕES ENTRE QUÍMICA E SAÚDE

Martín Pérgola* , **Andrea Revel Chion**** 

Cómo citar este artículo: Pergola, M. y Revel Chion, A. (2024). Una propuesta de abordaje multirreferencial del HACRE. Posibles vinculaciones entre química y salud. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 273-289. <https://doi.org/10.14483/23464712.21444>

Resumen

El hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) es una enfermedad grave de larga evolución, provocada por el consumo de aguas contaminadas con arsénico que se presenta en distintas regiones del mundo. En Latinoamérica afecta a países como Argentina, Brasil, México, Colombia y Chile. Debido a la postergada aparición de los síntomas luego de consumir agua con arsénico por varios años, las consultas médicas suelen realizarse cuando la población posee síntomas evidentes del efecto de la toxicidad del arsénico que se corresponden con estados avanzados de la enfermedad. A pesar de la relevancia de la problemática, el hidroarsenicismo es una enfermedad poco conocida por las poblaciones que consumen agua con arsénico, y como hipótesis aquí formulada, no suele tratarse como una problemática de salud en el contexto educativo de la región. En este sentido, se realizó un relevamiento de propuestas educativas en torno al arsénico en revistas latinoamericanas de Enseñanza de las Ciencias, entre 2018 y 2023. Aquí se expone una serie de reflexiones con el objetivo de generar una propuesta de debate educativo, desde la perspectiva multicausal/multirreferencial de la salud, que enfatice en aspectos químicos y bioquímicos de la problemática. En función de las vinculaciones entre esta enfermedad y los modelos químicos que permiten explicar la presencia de arsénico en agua, y sus efectos en los humanos, aquí se propone una transposición didáctica para generar modelos químicos escolares, y

Recibido: 27 de Octubre del 2023; aprobado: 24 de Marzo del 2024

* Doctor en Química Biológica, Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar.

** Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, andrearevelchion@gmail.com.

así incluir el tratamiento escolar de la problemática en la escuela secundaria, como una oportunidad de relacionar química y salud. Como resultado de esas reflexiones, se generó una unidad didáctica sobre el HACRE con potencial para ser abordada multidisciplinariamente en materias de Ciencias Naturales como química, biología o salud, en relación con áreas de las Ciencias Sociales como geografía, historia y economía, entre otras.

Palabras clave: arsénico, arsenicosis, química en contexto, multicausalidad, multidisciplinariedad.

Abstract

Endemic Regional Chronic Hydroarsenicism is a serious, long-term disease caused by the consumption of water contaminated with arsenic that occurs in different regions of the world. In Latin America it affects countries such as Argentina, Brazil, Mexico, Colombia and Chile, the first being the most affected country. Due to the delayed appearance of symptoms after consuming water with arsenic for several years, medical consultations are usually made when the population has obvious symptoms of the effect of arsenic toxicity, which implies advanced stages of the disease. Despite the relevance of the problem, it is usually a disease little known by the populations that consume water with arsenic and, we consider as a hypothesis, that it is not usually treated as a health problem in the Latin American educational context. For this reason, we carried out a survey of educational experiences around arsenic in Latin American science education magazines, between 2018-2023. In this work we present a series of reflections with the objective of generating a proposal for an educational approach to it, from the multi-causal/multi-referential perspective of health, emphasizing the chemical and biochemical aspects related to the problem. Due to the links that exist between this disease and the chemical models that explain the presence of arsenic in water and its effects on humans, we propose a possible didactic transposition to generate school chemical models, to address the school treatment of the problem in school. secondary school, as an opportunity to relate chemistry and health. As a result of these reflections, a teaching unit on Endemic Regional Chronic Hydroarsenicism was generated with the potential to be addressed multidisciplinary in natural science subjects such as chemistry, biology or health, in relation to social science subjects such as geography, history, and economics, among others.

Keywords: Arsenic. Arsenicosis. Chemistry in Context. Multicausality. Multidisciplinarity.

Resumo

O hidroarsenicismo crônico regional endêmico é uma doença grave e de longa duração causada pelo consumo de água contaminada com arsênico que ocorre em diferentes regiões do mundo. Na América Latina afeta países como Argentina, Brasil, México, Colômbia e Chile, sendo o primeiro o país mais afetado. Devido ao atraso no aparecimento dos sintomas após o consumo de água com arsênico por vários anos, as consultas médicas geralmente são feitas quando a população apresenta sintomas evidentes do efeito da toxicidade do arsênico, o que implica estágios avançados da doença. Apesar da relevância do problema, costuma ser uma doença pouco conhecida

pelas populações que consomem água com arsênico e, consideramos como hipótese, que não costuma ser tratada como problema de saúde no contexto educacional latino-americano. Por esse motivo, realizamos um levantamento de experiências educativas em torno do arsênico em revistas latino-americanas de educação científica, entre 2018-2023. Neste trabalho apresentamos uma série de reflexões com o objetivo de gerar uma proposta de abordagem educativa a ela, na perspectiva multicausal/multirreferencial da saúde, enfatizando os aspectos químicos e bioquímicos relacionados ao problema. Pelas ligações que existem entre esta doença e os modelos químicos que explicam a presença de arsênico na água e seus efeitos no ser humano, propomos uma possível transposição didática para gerar modelos químicos escolares, para abordar o tratamento escolar do problema na escola. ensino médio, como oportunidade de relacionar química e saúde. Como resultado dessas reflexões, foi gerada uma unidade de ensino sobre Hidroarsenicismo Crônico Regional Endêmico com potencial para ser abordada multidisciplinarmente em disciplinas de ciências naturais como química, biologia ou saúde, em relação a disciplinas de ciências sociais como geografia, história e economia, entre outras.

Palavras chave: Arsênico. Arsenicose. Química em Contexto. Multicausalidade. Multidisciplinaridade

1. Introducción

1.1 El abordaje del HACRE como una compleja problemática de salud

El hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) es una enfermedad grave de larga evolución, provocada por el consumo de aguas contaminadas con arsénico (Litter et al., 2020a, 2020b), que afecta a más de 226 millones de personas en el mundo, quienes en su mayoría ignoran que la padecen. En Latinoamérica se la conoce como HACRE, mientras que en otras partes del mundo se denomina *arseniosis*.

Esta problemática de salud pública se ha identificado en 13 países de Latinoamérica y afecta en la actualidad a decenas de millones de personas (Litter, 2022). De todos los países de la región, Argentina es probablemente el más comprometido, pues se estima que aproximadamente 4 millones de personas distribuidas en 16 provincias consumen agua contaminada con arsénico.

La enfermedad fue mencionada por primera vez por el Dr. Goyenechea (1917) que la denominó la “enfermedad de Belle Ville”, pues en esta ciudad ubicada en la provincia de Córdoba (Argentina) se detectaron la mayoría de los casos. Los doctores Ayerza y Goyenechea describieron las manifestaciones cutáneas de la enfermedad y la relacionaron directamente con el consumo de agua contaminada con arsénico por tiempo prolongado (Ayerza, 1917, 1918a, 1918b).

Las otras zonas de Latinoamérica afectadas por la presencia de arsénico en agua son:

- *Bolivia*. Se ha identificado presencia de As en zonas con actividad minera, yacimientos de minerales, manifestaciones geotérmicas y lixiviación de rocas volcánicas, en el área del río Pilcomayo, en la cuenca del lago Poopó, en las provincias de La Paz y Oruro (Litter et al., 2020a). En los lagos Titicaca y Uru Uru, se detectaron niveles de bioacumulación muy importantes en perifitón (Sarret et al., 2019).

- *Brasil.* La minería es una fuente importante de arsénico en el “Cuadrilátero de Hierro”, en el estado de Minas Gerais (Matschullat et al., 2009); su presencia está relacionada con la lixiviación natural de rocas y suelos, así como con las operaciones mineras. También se encontró arsénico en el Valle de la Ribeira, al sureste de Brasil, como resultado de la producción y fundición de minerales de plomo y cinc, y en el distrito de Santana, en la región amazónica, producido a partir de la minería de manganeso (Ferrecio y Sancha, 2006; Litter et al., 2020a).
- *Chile.* Fue detectada en la zona de Atacama, en ciudades como Antofagasta, Arica e Iquique, naturalmente ricas en arsénico, que contaminan el agua (Litter et al., 2020a).
- *Colombia.* Si bien la geología de Colombia indica la presencia de rocas que contienen minerales de arsénico, hay pocos estudios que evalúen las concentraciones presentes en el agua. Se encontró arsénico en las aguas del río Marmato, en el distrito minero de Marmato (Bundschuh et al., 2012; Litter et al., 2020a), en otras zonas con actividad minera (Alonso et al., 2014; Litter et al., 2020a) y en algunos municipios específicos como Chinú y Corozal (Cogollo y Negrete, 2016).
- *México.* La problemática se concentra principalmente en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (Litter et al., 2020a; Osuna-Martínez et al., 2021).

Existe consenso entre los investigadores en que podría haber otras zonas con altas concentraciones de arsénico en agua, por lo cual la problemática podría extenderse a otras regiones, pero en muchos casos no hay documentación que dé cuenta de esa situación. Por esta razón, es necesario realizar más muestreos e investigaciones en distintas zonas de Latinoamérica, para elaborar un relevamiento más completo de la presencia de As en el agua.

En el desarrollo de esta enfermedad se identifican cuatro etapas (García, 2011), según el modelo de prevención que propone el modelo de Leavell y Clark (1965):

- *Periodo prepatogénico.* Las poblaciones están expuestas a concentraciones elevadas de arsénico inorgánico en el agua de consumo diario, que no es detectable en las muestras de tejidos, sangre ni orina.
- *Periodo preclínico.* Los sujetos afectados no muestran síntomas, pero el arsénico sí puede ser detectado en muestras de tejidos y de orina.
- *Periodo clínico.* Se presentan manifestaciones en la piel. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que esta etapa requiere la exposición sostenida al arsénico de cinco a diez años.
- *Periodo de complicaciones.* Se observan síntomas clínicos más graves y afectación de los órganos internos, como desarrollo de tumores o cánceres que afectan la piel u otros órganos.

La postergada aparición de los síntomas en la población en la etapa clínica conduce a que las consultas médicas se realicen recién cuando las personas afectadas reconocen alguna sintomatología, que ya suele revelar estados avanzados de la enfermedad, en muchos casos vinculada con cánceres de distintos tipos (Pérgola y Revel Chion, 2023). La principal sintomatología ligada al HACRE en su forma crónica se relaciona con alteraciones cardíacas y neurológicas, problemas cardiovasculares y del sistema digestivo, lesiones en el hígado, riñones, hiperqueratosis cutánea y, en su etapa más avanzada, neoplasias y cáncer (Litter et al., 2020b). Es importante señalar que una vez que aparece la enfermedad, no existe tratamiento ni cura.

La problemática del HACRE se localiza en zonas en donde las poblaciones tienen vedado el acceso al agua potable y, por tanto, deben recurrir al consumo de agua de pozos de napas subterráneas

contaminadas con arsénico. Dicha contaminación puede provenir tanto de actividades antropogénicas (minería, procesos industriales [vidrio y cerámicas], uso de pesticidas y herbicidas, fundición de metales, aditivos alimentarios para aves, cerdos y ganado, uso de preservantes para la madera y combustión de combustibles fósiles), como por mecanismos naturales geoquímicos (erosión, actividad volcánica, meteorización de minerales o lixiviación de minerales) (Litter, 2022).

La presencia de arsénico en agua perjudica a comunidades de todas las regiones, sin importar su tamaño; sin embargo, los poblados rurales pequeños o aquellos alejados de los centros urbanos –cuya posibilidad de acceso al agua depende fundamentalmente de perforaciones individuales y “caseras”– suelen ser los más perjudicados (Litter *et al.*, 2020b). Esto se debe a que estas localidades no cuentan, como en los centros urbanos más poblados, con plantas de tratamiento para eliminar el arsénico. Naturalmente, las poblaciones que viven en condiciones socioeconómicas más precarias son las más afectadas.

A pesar de su importancia, desde el punto de vista de salud pública, distintos factores la convierten en una “enfermedad invisibilizada” por el Estado, que no asume políticas para abordarla. Sin políticas adecuadas para su abordaje, ni promoción de la atención primaria de salud, las personas afectadas seguirán accediendo al sistema de salud en la etapa clínica.

1.2 Relevancia del tratamiento educativo del HACRE

Al igual que en el sistema de salud pública y en la sociedad en general, el HACRE es también una enfermedad silenciada en el sistema educativo, donde no se suele tratar en materias de química, biología o salud. En particular, desde la química, pueden existir algunas razones por las cuales no suele tomarse como un ejemplo para ser abordado en la Escuela Media:

- La enseñanza de los modelos químicos en la Escuela Media suele darse de forma descontextualizada de los fenómenos de la vida real que se pretenden explicar, por lo cual pueden existir dificultades para relacionar los modelos con problemáticas de salud, ambiente, alimentación, etc. (Caamaño, 2001, 2006).
- Tradicionalmente, los currículos de química de los sistemas educativos de países occidentales, estuvieron orientados a la enseñanza de modelos de química general e inorgánica, por lo cual abordar una enfermedad como el HACRE, generada por una noxa química, podría presentar ciertas complejidades. A pesar de las modificaciones en los diseños curriculares de los últimos veinte años, la extensión de los programas de química que han de ser enseñados y la escasa carga horaria semanal de la química escolar son factores negativos para la implementación de innovaciones didácticas (Pérgola y Galagovsky, 2020). Existe una tensión entre la enseñanza de contenidos prescritos (o que se prescriben tradicionalmente) y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, cuya resolución no resulta sencilla (Pérgola y Galagovsky, 2020).
- Se suele asumir que los contenidos relacionados con salud deberían tratarse desde una perspectiva biologicista, en materias de biología o de salud, y no necesariamente de química.

Según nuestra perspectiva, a pesar de las dificultades que puedan suscitarse, el abordaje educativo del HACRE es una excelente oportunidad para vincular química y salud.

Desde la Enseñanza de la Química, la problemática resulta un buen caso para contextualizar los modelos químicos de Escuela Media, para explicar la presencia del arsénico en agua, su solubilidad, la formación de compuestos de arsénico, la potabilización de agua, etc.

Como fenómeno que concierne a la salud pública, el estudio en todas las escuelas, en particular en las que atienden a las poblaciones afectadas, es un imperativo moral para que estas sean conscientes de la problemática (Pérgola y Revel Chion, 2023). La situación podría agravarse por la naturaleza del conocimiento sobre la salud y la enfermedad, que circula tanto en la sociedad como en las clases de ciencias, que se focalizan casi exclusivamente en modelos biomédicos ligados a enfoques biológicos (Pérgola y Revel Chion, 2023; Revel Chion *et al.*, 2021; Rosalez, *et al.*, 2020). Asimismo, esta mirada predominantemente biológica tendería, por una parte, a ocultar los fundamentos basados en modelos químicos y bioquímicos necesarios para comprender la distribución del arsénico en la biosfera y su toxicidad para los seres humanos, y por otra, a omitir las condiciones sociales que dan cuenta de qué porción de la población es la más afectada.

En este trabajo se propone una discusión del HACRE apoyada en marcos teóricos de la enseñanza de la salud que se sustentan en su perspectiva multicausal/multirreferencial (Revel Chion, 2015) y en la Enseñanza de la Química en contexto (Pérgola y Galagovsky, 2014, 2020). Es decir que, por un lado, partimos de la necesidad de considerar todas las causas que se entrelazan para la aparición de la enfermedad, que reclaman el apoyo de las referencias disciplinares necesarias para explicarlas (química, biología, geografía, epidemiología y las ciencias ambientales); y por otro, reconocemos esta temática como un caso ejemplar para contextualizar la Enseñanza de la Química en virtud de la centralidad que tienen los modelos de esta disciplina para explicar la presencia del arsénico en el ambiente, su solubilidad en el agua y su toxicidad.

Para ello, desarrollamos un relevamiento del tratamiento de la temática en revistas educativas y de investigación en enseñanza de las ciencias latinoamericanas en los últimos cinco años, para comprobar si existían testimonios o investigaciones

que dieran cuenta de su discusión en el ámbito educativo en Latinoamérica.

Considerando la polisemia del término *modelo*, adherimos a la perspectiva epistemológica del realismo constructivo (Giere, 1992), según la cual los modelos actúan como mediadores entre la teoría y la realidad, y pueden ser analogados con los mapas físicos (Giere, 2006; Izquierdo Aymerich y Adúriz-Bravo, 2021). Desde aquí, contextualizar la Enseñanza de las Ciencias supone apelar a los modelos científicos para explicar fenómenos de la vida real, en este caso, la enfermedad causada por el consumo crónico de agua con arsénico.

El planteamiento multicausal/multirreferencial supone que las problemáticas de la vida real propuestas en el aula suponen múltiples causas que, para ser tratadas y explicadas en el ámbito escolar, requieren de modelos de distintas disciplinas, pues cada modelo por separado resulta incompleto e insuficiente. Esto no implica que se vayan a tratar didácticamente todos los modelos identificados para discutir la problemática, sino que, según el contexto educativo, se enfatizará o profundizará en algunos de ellos.

En consecuencia, consideramos que los alumnos podrían construir explicaciones sobre la enfermedad, sustentadas en modelos científicos robustos, que promoverán una intervención social y ciudadana consciente, y así constituyan fundamentos referenciales sustentados en esos modelos complejos (Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2014, 2018, 2021a, 2021b).

Los objetivos de este trabajo son:

- Indaga acerca de la existencia de experiencias didácticas de esta problemática en revistas especializadas, recomendaciones didácticas en países latinoamericanos, testimonios o investigaciones que dieran cuenta de su tratamiento a nivel educativo en Latinoamérica.

- Formular aportes didácticos y disciplinares para el planteamiento del HACRE en el contexto educativo.

2. Metodología

Para llevar adelante los objetivos de nuestro trabajo, realizamos una revisión de artículos científicos en revistas latinoamericanas de investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, así como algunas recomendaciones curriculares de distintos países de Latinoamérica.

Para el caso de las revistas científicas, llevamos adelante una búsqueda en trece revistas latinoamericanas de Brasil, Colombia, México y Argentina, en los números publicados en los últimos cinco años (2019-2023), que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Revistas latinoamericanas de investigación en enseñanza de las ciencias

Revista	País	Números editados (2019-2023)
<i>Educación en Química</i>	México	24
<i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i>	Colombia	11
<i>Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias</i>	Colombia	14
<i>Revista Perspectivas Journal of Social Sciences</i>	Colombia	12
<i>Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)</i>	Brasil	14
<i>Revista Mexicana de Investigación Educativa (RMIE)</i>	México	19
<i>Pensamiento Americano</i>	Colombia	9
<i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</i>	Brasil	5
<i>Ciência & Educação (Bauru)</i>	Brasil	8*
<i>Bio-Graña. Escritos sobre la Biología y su enseñanza</i>	Colombia	12
<i>Revista de Educación en Biología</i>	Argentina	10
<i>Educación en la Química</i>	Argentina	10
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)</i>	Brasil	8

*A partir de 2020 comenzaron a publicarse la totalidad de los artículos en un solo número por año.

Nota: en la tabla se presentan las revistas en las cuales se realizó el relevamiento de contenidos de química y salud.

La búsqueda se efectuó a partir de los títulos de los artículos de las siguientes palabras claves: "arsénico", "arseniosis", "HACRE", "salud y química", "salud y arsénico".

En cuanto a las orientaciones y recomendaciones educativas de cada país, se revisaron materiales publicados por Argentina, Colombia, Brasil y México:

- *Parâmetros curriculares nacionais (PNC) de Brasil* (Secretaria de Educação Fundamental, 1997a, 1997b, 1997c).
- *Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Brasil* (Secretaria de Educação Básica, 2018).
- *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Argentina* (Ministerio de Educación, 2012).
- *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales de Colombia* (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2014).

También emprendimos búsquedas de recomendaciones que apuntaran a posibles vínculos entre química, salud, ambiente, contaminación ambiental, contaminación de agua y acceso al agua potable. Estas servirían como sustento para desarrollar secuencias didácticas acerca de problemáticas como la que aquí se presenta.

3. Resultados

Con el estudio de las trece revistas se buscó identificar artículos que relacionaran las intoxicaciones con arsénico y la salud. Se evitó efectuar búsquedas con palabras claves muy generales (por ejemplo: "química" y "salud") que hubieran arrojado como resultado un gran número de artículos, pero con poca especificidad en cuanto a la temática propuesta. En la tabla 2 se detallan los resultados de la indagación sobre un total de 189 números de trece revistas.

Tabla 2. Estudio de revistas latinoamericanas de investigación en Enseñanza de las Ciencias

Revista	Arsénico	HACRE	Salud y arsénico	Asenicosis
<i>Educación en Química</i>	12	0	7*	0
<i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i>	3	1*	2*	0
<i>Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias</i>	0	0	0	0
<i>Revista Perspectivas Journal of Social Sciences</i>	0	0	0	0
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>	0	0	0	0
<i>Revista Mexicana de Investigación Educativa</i>	0	0	0	0
<i>Pensamiento Americano</i>	0	0	0	0
<i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</i>	0	0	0	0
<i>Ciência & Educação (Bauru)</i>	0	0	0	0
<i>Bio-Graña. Escritos sobre la Biología y su enseñanza</i>	0	0	0	0
<i>Revista de Educación en Biología</i>	0	0	0	0
<i>Educación en la Química</i>	0	0	0	0
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i>	0	0	0	0

*Los artículos encontrados con esa palabra clave son los mismos que los que se encontraron con la palabra clave arsénico.

Nota: en la tabla se presentan los artículos encontrados para las búsquedas con las distintas palabras clave.

Solo se encontraron artículos que trataran el arsénico en dos revistas: doce artículos en *Educación en Química* (Méjico) y tres artículos en *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (Colombia).

De los doce artículos encontrados en la revista *Educación en Química* (tabla 2), solo uno hace una referencia a un capítulo de libro que menciona una propuesta para trabajar la contaminación de agua con arsénico, aunque el artículo presenta un análisis de la soberanía y seguridad alimentaria, con énfasis en la equidad de género, a partir del trabajo de las mujeres en las quintas bonaerenses (Arango *et al.*, 2023). Un segundo artículo que analiza la geografía como metaciencia, para temas de alimentación, hace referencia a que “en la escuela secundaria se incorporó una secuencia didáctica sobre el arsénico en agua desde una perspectiva geográfica” (Lampert y Cortizas, 2023, p. 21). En ambos casos se menciona tangencialmente la contaminación del arsénico en el agua, pero no se menciona el tratamiento de la enfermedad de HACRE como consecuencia del consumo de dicha agua.

En esa misma revista, los siete artículos encontrados con la palabra clave “salud y arsénico” se repiten con los doce artículos encontrados para la palabra clave “arsénico” (tabla 2).

De los tres artículos encontrados en la revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (tabla 2), solo uno hace referencia a la contaminación de agua por arsénico y a la enfermedad HACRE (Lampert y Porro, 2020). Dicho artículo describe el desarrollo de una secuencia didáctica centrada en la enseñanza de contenidos sobre enfermedades transmitidas por alimentos, donde se menciona que solamente en una de esas clases el docente expone la problemática del HACRE:

Se trabaja sobre la contaminación química de los alimentos por metales pesados y agroquímicos, principalmente. Se centraliza en el hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), enfermedad

causada por la ingestión de arsénico. El docente hace una breve exposición sobre la temática. Luego se debate sobre las causas naturales y antropogénicas de la contaminación de agua por arsénico y sobre cómo la CyT influyen de forma positiva y negativa en la prevalencia de arsénico en agua. (Lampert y Porro, 2020, p. 65)

El artículo encontrado con la palabra clave “HACRE”, y los dos artículos encontrados con la palabra clave “salud y arsénico”, se repiten con los tres artículos encontrados con la palabra clave “arsénico” (tabla 2).

Como puede observarse, la problemática del consumo de agua contaminada con arsénico, y el HACRE como enfermedad, es escasamente considerada para desarrollar unidades didácticas y mencionada por los mismos autores.

4. Discusión

Desde nuestro punto de vista, la ausencia del planteamiento de la problemática del HACRE en las revistas educativas da cuenta de la afirmación respecto a que esta es una enfermedad desatendida tanto en su diagnóstico como en su enseñanza.

Esto representa una oportunidad para desarrollar propuestas didácticas centradas en su discusión, que permitan, a su vez, investigación educativa en torno de su implementación en las aulas.

Hemos elaborado una propuesta didáctica que enfatiza en los modelos químicos indispensables para comprender la enfermedad, y el modelo multicausal/multirreferencial, sobre emergencia de enfermedades. La propuesta se dio a conocer mediante una convocatoria específica a docentes de biología, química, materias de carreras de formación docente y en un taller de divulgación científica (“Crónicas de intoxicaciones con arsénico. Química y salud para el abordaje del HACRE”), organizado en el marco de la Semana de la Enseñanza de las Ciencias 2023 (Facultad de

Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires). Dicha propuesta es implementada actualmente por docentes de distintas disciplinas y niveles educativos; el análisis de los resultados de la implementación será publicado en trabajos posteriores.

4.1 Los aportes de la enseñanza de la química

4.1.1 Desde el modelo de solubilidad de sustancias

El arsénico es un metaloide relativamente abundante en la corteza terrestre, que forma minerales asociados por lo general a otros elementos metálicos, en particular el hierro (Litter, 2022). Asimismo, está presente en distintas especies químicas con alta solubilidad en el agua.

El arsénico inorgánico es un carcinógeno confirmado, y según la OMS es el contaminante químico más importante del agua utilizada para consumo en todo el mundo (Ravenscroft *et al.*, 2011). La contaminación de los acuíferos subterráneos que se encuentran en contacto con rocas que contienen sales inorgánicas de arsénico en concentraciones variables, es la mayor problemática en relación con este metaloide.

Desarrollar estos aspectos en el ámbito educativo implica el tratamiento del modelo de solubilidad de sustancias en agua, soluciones y el concepto de concentración.

4.1.2 Desde el modelo de toxicidad de sustancias

En seres humanos, una vez ingeridas, las formas solubles de arsénico se absorben en el tracto gastrointestinal (80-90 %), mientras que el resto se excretan mayoritariamente por la orina, sin ser absorbidas ni biotransformadas (Klaassen, 2008; Litter, 2020b).

La excreción por orina sucede los tres primeros días posteriores a la ingesta (50 % al 80 %, principalmente como As(III)), al tiempo que

la parte no excretada experimenta un proceso metabólico que implica su metilación en el hígado (Klaassen, 2008; Litter, 2020b). Actualmente, se considera que la metilación de los compuestos de As aumenta su toxicidad (Klaassen, 2008; Dopp *et al.*, 2010; Hughes, 2002; Hughes *et al.*, 2011; Olmos y Ridolfi, 2018).

Existen dos modelos propuestos para explicar la toxicidad del arsénico, según actúe con estado de oxidación +3 o +5. En el caso del As(III), sus compuestos presentan afinidad por los grupos tióles de las proteínas (-SH), por lo cual inhiben las enzimas o alteran proteínas con estos grupos (Klaassen, 2008; Olmos y Ridolfi, 2018; Hughes 2002; Hughes *et al.*, 2011). A través de este mecanismo, los compuestos de As(III) inhiben casi 200 proteínas y enzimas (Olmos y Ridolfi, 2018), algunas de las cuales están involucradas en el metabolismo celular, lo que conduce a estrés oxidativo (Hunt *et al.*, 2014; Petrick *et al.*, 2000; Hughes 2002; Hughes *et al.*, 2011). La inhibición de enzimas tiene distintas implicaciones en los seres humanos. Por ejemplo, la inhibición de la enzima piruvato deshidrogenasa conduce a una disminución de la síntesis de adenosín trifosfato (ATP) en las células (Hughes, 2002; Olmos y Ridolfi, 2018).

El As(V) actúa con un mecanismo de sustitución competitiva (mimetismo) de los átomos de fósforo por átomos de arsénico, reemplazando el fosfato inorgánico (PO_4^{3-}) por el arseniato (AsO_4^{3-}) en la formación de ATP, por lo cual, en lugar de este, se forma ADP-arseniato (figura 1). Las moléculas de ADP-arseniato son más lábiles que las de ATP, lo que implica que en la primera un grupo fosfato se libera más fácilmente y no pueda actuar como molécula de alta energía, como lo haría el ATP (Hughes, 2002; Olmos y Ridolfi, 2018).

De esta forma, la presencia de As(V) genera problemas en el metabolismo celular, pues supone una disminución de la síntesis de ATP en las células

(Klaassen, 2008; Olmos y Ridolfi, 2018; Hughes 2002; Hughes *et al.*, 2011).

Queda en evidencia que los mecanismos de toxicidad del arsénico, en ambos estados de oxidación, generan especies reactivas de oxígeno que suponen estrés oxidativo, muerte celular, procesos inflamatorios, alteraciones en la proliferación celular y multiplicación de células con ADN dañado (Hunt *et al.*, 2014; Kumagay y Sumi, 2007).

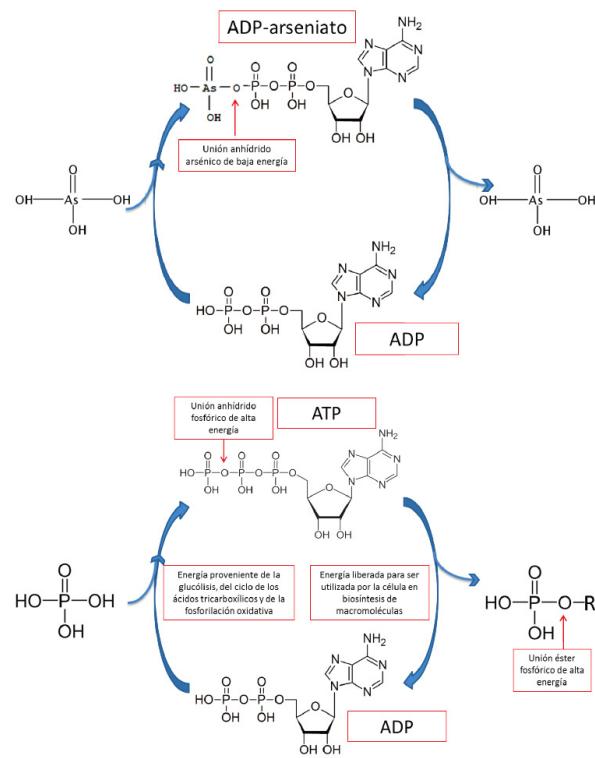


Figura 1. Generación de adenosina trifosfato (ATP) a partir de adenosina difosfato (ADP) (arriba) y formación de ADP-arseniato a partir de ADP (abajo)
Nota: tomada de Olmos y Ridolfi (2018).

La profundidad del tratamiento de estos modelos en la Escuela Media dependerá del contexto, la población de estudiantes, las características del curso específico, y la disciplina donde se elija implementar esta problemática. Según nuestro punto de vista, una transposición didáctica sencilla y aceptable de este complejo modelo bioquímico implicaría asumir que la toxicidad

del arsénico para los seres humanos se sustenta en dos ideas químicas principales: la afinidad del arsénico por los átomos de azufre y su mimetismo con los átomos de fósforo. En el primer caso, se produce la inhibición de proteínas con grupos con átomos de azufre, y en el segundo, el arsénico reemplaza átomos de fósforo en la formación de ATP, lo cual genera moléculas alternativas que se hidrolizan más fácilmente, impidiéndole actuar como molécula de alta energía. En ambos casos, se producen alteraciones del metabolismo celular y la síntesis de ATP como moléculas de alta energía.

4.1.3 Desde el modelo de solubilidad y separación de sustancias por distintos métodos

El arsénico, al igual que los no metales, forma oxosales (compuestos formados por un metal y un oxoanión) y oxoaniones solubles en agua. Por esta razón, los cuerpos de agua o napas subterráneas en contacto con minerales de arsénico suelen tener concentraciones considerables de este. Al encontrarse en solución, el arsénico no puede extraerse fácilmente por métodos físicos como los de sedimentación o filtración. Tampoco puede eliminarse del agua mediante su ebullición –idea comúnmente extendida en la población con el objetivo de potabilizarla (eficaz para eliminar microorganismos); por el contrario, conduce a una mayor concentración de arsénico por la evaporación del agua.

Existen distintos tratamientos para eliminar el arsénico del agua, entre las que la ósmosis inversa constituye la técnica más usada por su efectividad (tecnología de purificación que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes en el agua potable) (Alarcón-Herrera *et al.*, 2013; Litter *et al.*, 2020b), aunque la contracara es su alto costo.

Las empresas que potabilizan y realizan el tratamiento de aguas, obligadas a adecuar sus plantas para eliminar el arsénico, deben afrontar significativos aumentos en los costos; un factor que,

sin duda, hace que estas empresas, así como las que envasan y producen agua mineral, estuvieran interesadas en que la normativa acerca de los límites de arsénico en agua no se estableciera en 10 partes por billón (ppb), tal como recomienda la OMS, sino en valores mayores que, evidentemente, impactaría positivamente en los costos.

Así, en toda Latinoamérica, los propios Estados actúan de manera poco rigurosa en cuanto al cumplimiento de las reglamentaciones que ellos mismos promovieron sobre los límites de concentración de arsénico en agua.

Otro aspecto clave es el número de habitantes afectados por HACRE, generalmente correspondientes a poblaciones desfavorecidas en las que se conjugan otras problemáticas de salud, como el estado nutricional deficitario, las enfermedades gastrointestinales generadas por consumo de agua contaminada por microorganismos, enfermedades renales o hepáticas preexistentes, la sostenibilidad de los recursos hídricos, las condiciones de pobreza y otras variables socioeconómicas. La típica sintomatología tardía del HACRE provoca que estos sectores acudan a la consulta con problemáticas de larga data agravadas por las condiciones descriptas.

4.2 Aportes para la educación científica escolar

Si bien existe una tendencia marcada tanto en la formación docente de ciencias naturales, como en las asignaturas del nivel medio a una estructura fuertemente fragmentada compartimentalizada disciplinariamente (Álvarez-Méndez, 2000), existen en Latinoamérica algunas recomendaciones curriculares y propuestas de trayectos educativos interesantes que promueven el tratamiento de problemáticas complejas que requieren un enfoque multidisciplinario como la del HACRE.

Asimismo, si bien la química enseñada en la Escuela Media era la química general e inorgánica,

encontramos algunas recomendaciones y programas tendientes a incorporar aspectos que vinculan la química con la salud.

En cuanto a la revisión de orientaciones y recomendaciones educativas de materiales publicados por Argentina, Colombia y Brasil (véase "Metodología"), se encontraron los siguientes ejemplos:

- En Argentina, el diseño curricular del ciclo orientado del bachillerato en Ciencias Naturales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que ofrece ejes temáticos como "Radiación y vida", "Química en alimentación" y "Química en salud" que persiguen la integración de contenidos (Ministerio de Educación, 2015). Pueden encontrarse algunos ejes similares en los materiales curriculares de la Provincia de Buenos Aires en materias como Salud y Adolescencia, de cuarto año (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2010); Introducción a la Química, de quinto año (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2011a), y Ambiente, Desarrollo y Sociedad, de sexto año, de la Escuela Secundaria (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2011b).
- En Argentina se presentan recomendaciones generales nacionales, enunciadas en los núcleos de aprendizaje prioritarios (NAP). En los correspondientes al ciclo orientado de Ciencias Naturales para la Escuela Media, se propone que

la escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en las y los estudiantes: [...] La identificación e implicación en problemas científicos actuales de relevancia social y significativos para los estudiantes, como los vinculados al ambiente y la salud, utilizando conocimientos científicos a partir de una reflexión crítica y un abordaje propositivo. (Ministerio de Educación, 2012, p. 2)

- En Colombia, los *Estándares básicos de competencias*, que son orientaciones para promover ciertas competencias educativas pero que no hacen referencia a contenidos específicos, mencionan los vínculos entre salud y distintos aspectos microbiológicos, deportes, alimentación, consumo de fármacos, enfermedades de transmisión sexual, etc. En particular, se señala que sería relevante identificar factores de contaminación en el entorno de los alumnos, y sus implicaciones para la salud (Ministerio de Educación Nacional República de Colombia, 2004).
- En Brasil, los "Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio" señalan como orientación general que

[un] contexto relevante señalado por la LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) es el ejercicio de la ciudadanía. [...]. [L]a propuesta pedagógica debe asumir el hecho trivial de que la ciudadanía no es un deber ni un privilegio de un área específica del currículo, ni debe estar restringida a un proyecto determinado. El ejercicio de la ciudadanía es un testimonio que comienza en la vida cotidiana y debe abordar toda la organización curricular. Las prácticas sociales y políticas y las prácticas culturales y comunicativas son parte integral de la ciudadanía, pero también lo son la vida personal, la vida cotidiana y la convivencia y las cuestiones vinculadas al medio ambiente, el cuerpo y la salud. Trabajar contenidos de Ciencias Naturales en el contexto de la ciudadanía puede significar un proyecto de tratamiento de agua o residuos en una escuela o participar en una campaña de vacunación, o entender por qué los edificios colapsan cuando los materiales utilizados no tienen la resistencia requerida. (Secretaria de Educação Fundamental, 2000, pp. 80-81)

Luego, existen parámetros curriculares específicos para las áreas de Ciencias Naturales, Medio Ambiente y Salud, que presentan en reiteradas oportunidades la posibilidad de combinar aspectos

ambientales, de salud, modelos químicos y de Ciencias Naturales, apelando a problemáticas de la vida real (Secretaria de Educação Fundamental, 2000).

En la práctica escolar las temáticas, son desarrolladas por los docentes que se encuentran a cargo de los cursos; la adopción de estas recomendaciones estará condicionada fuertemente por sus biografías escolares y su formación inicial: serán estos elementos los que determinarán las decisiones que tomen en relación con los aspectos abordar y los enfoques que les impriman.

La formación inicial, a la que aludimos, conserva muy extendidamente fijos los límites entre las disciplinas, con escasísimas propuestas de integración entre las materias pertenecientes al campo de las Ciencias Naturales, por lo que el colectivo docente no cuenta con experiencias que les habiliten a concebir vinculaciones entre áreas. En este mismo sentido, las referencias a las ciencias sociales son prácticamente inexistentes en la formación inicial docente (Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2021a).

Es fácil suponer qué formatos tenderán a conformar las propuestas que los futuros docentes propongan a sus estudiantes, en función del peso de las biografías personales y la tradición (Alliaud, 2004).

En este sentido, consideramos que se impone intervenir para superar las limitaciones de las miradas hegemónicas de los centros de formación que fragmentan la realidad, siempre compleja, y que apela a la exposición como modo privilegiado de circulación de los saberes.

Las metodologías tradicionales, ampliamente extendidas, de corte transmisivo-informativo han arrojado pocos resultados; parece imponerse la necesidad de desarrollar instancias de aprendizaje que impacten en la cognición, pero también en las habilidades de los estudiantes para tomar decisiones adecuadas (González Jaramillo y Greca, 2022).

Una estrategia promisoria la constituyen las narrativas, en cuanto dispositivo para la presentación de contenidos científicos escolares complejos, aquellos para los que es necesario apoyarse en los aportes de varias disciplinas (Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2017, 2018; Faria Berçot et al., 2021). En efecto, los relatos escolares incluyen aspectos biológicos, químicos, psicológicos, históricos y sociales que hacen posible una visión de conjunto de la problemática a tratar y que sintonizan con el modelo multicausal/multirreferencial ya mencionado.

En el mismo sentido, consideramos que otra alternativa potente sería apelar a la contextualización en la Enseñanza de la Química (y las ciencias naturales), que da más sentido a los contenidos que circulan en las clases de química (Pérgola y Galagovsky, 2020; Pérgola et al. 2023). En nuestro ejemplo, el HACRE, en cuanto problemática de salud de la región, se constituye en un contexto auspicioso para establecer relaciones entre el área de la salud, los modelos químicos y los elementos sociales vinculados.

Una comprensión más integral de la problemática del HACRE (mediada con actividades en donde los modelos químicos y el modelo complejo de salud se conjugaran al servicio de producir explicaciones) habilitaría al estudiantado a actuar responsablemente, de manera tal que impacte positivamente en su salud y en la de su comunidad.

Creemos que esta problemática es una oportunidad para promover la enseñanza de saberes químicos que posibilitan dar sentido a un hecho del mundo natural que impacta en la vida de ciertas comunidades. Ya no se trata de profundizar en reacciones químicas descalzadas del mundo; por el contrario, la propuesta es que los modelos químicos sean los que permitan comprender por qué las comunidades que no acceden a agua de calidad se enferman.

La solubilidad de las sustancias, los mecanismos de toxicidad crónica, los métodos de separación de soluciones, entre otros, que suelen abordarse como temáticas importantes per se, son ahora aquellos insumos que permiten explicar la enfermedad.

El planteamiento del HACRE, desde la perspectiva multicausal, impone expandir la mirada a las Ciencias Sociales e incluir cómo la determinación social de la salud genera asimetrías entre las poblaciones que padecen la enfermedad, en los modos en los que pueden operar para evitarla, y en los accesos a los diferentes niveles de atención de la salud.

Modelos químicos, enfermedad y condiciones sociales predisponentes son entonces los insumos clave para un abordaje multicausal/multirreferencial de la salud (Revel Chion, 2015), que persigue la apropiación de saberes que habiliten la comprensión, explicación y actuación responsables. No será entonces "transmitiendo" esta complejidad que el estudiantado adquirirá competencias científicas, sino a través de actividades en las que se proponga analizar contextos, manipular modelos susceptibles de explicar el origen de la intoxicación por arsénico, comparar modos de vida, y elaborar explicaciones que los vinculen con la incidencia de la enfermedad en diferentes comunidades; será analizando mapas en los que se superpongan zonas con presencia de arsénico y poblaciones vulnerables donde impera la pobreza, y ensayando formas de participación comprometidas con la realidad que supone la dependencia de un agua que envenena. Son estas algunas intervenciones didácticas que sintonizan los debates complejos y las finalidades de la formación científica de calidad a las que debemos aspirar alcance nuestro estudiantado.

5. Conclusiones

El HACRE constituye una endemia que, al igual que otras enfermedades de la región, se agiganta en contextos vulnerables. Los Estados no deberían eludir la generación de políticas públicas que

garanticen el consumo de agua que no envenene lenta e inexorablemente a aquellas poblaciones que poco pueden hacer para evitarlo. Por su parte, los centros de formación docente tienen un rol que no excluye al anterior, pero que es igualmente ineludible: el de generar las condiciones para que los futuros docentes cuenten con herramientas más robustas para evitar la mera enumeración de los síntomas y la conformación atómica y molecular del arsénico. Proponemos generar instancias de reflexión en relación con las limitaciones que suponen los constreñimientos disciplinares e intentar vislumbrar la riqueza que encarnan los abordajes integrados, complejos (Revel Chion, 2015; Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2021a).

Asimismo, como ya mencionamos, es un contexto genuino y cotidiano, particularmente potente para contextualizar la Enseñanza de la Química.

Es imprescindible la participación informada, crítica y responsable del estudiantado en un mundo complejo, cambiante y crecientemente desigual, lo que no se logrará a partir de la memorización de una serie de ecuaciones químicas que involucran al arsénico y un número más o menos representativo de síntomas del HACRE.

6. Referencias

- Alarcón-Herrera, M. T., Bundschuh, J., Nath, B., Nicolli, H. B., Gutierrez, M., Reyes-Gomez V. M., Nunez, D., Martín-Dominguez, I. R. y Sracek, O. (2013) Co-occurrence of arsenic and fluoride in ground-water of semi-arid regions in Latin America: Genesis, mobility and remediation. *Journal of Hazardous Materials*, (262), 960-969. [10.1016/j.jhazmat.2012.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.005)
- Alliaud, A. (2004). La experiencia escolar de maestros inexpertos. Biografías, trayectorias y práctica profesional. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(1), 1-11.
- Alonso, D. L., Latorre, S., Castillo, E. y Brandão, P. F. B. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review. *Environmental Pollution*. 186, 272-281. [10.1016/j.envpol.2013.12.009](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.009)

- Álvarez Méndez, J. (2000). *Didáctica, currículum y evaluación*. Miño y Dávila Editores.
- Arango, C., Porro, S. y Lampert, D. (2023). Importancia de la perspectiva de género en la enseñanza de las determinaciones sociales de la seguridad y soberanía alimentaria. De la visibilización de las condiciones de trabajo de las mujeres en las quintas bonaerenses productoras de frutas y verduras al desarrollo de materiales educativos. *Educación Química*, 34(n.º esp.), 38-54.
- Ayerza, A., (1917). Noticias Universitarias en la Academia de Medicina. Premios del Centenario. Interesante disertación del Dr. Ayerza. *La Prensa Médica Argentina*, (13), 170-171.
- Ayerza, A., (1918a). Arsenicismo regional endémico (keratodermia y melanodermia combinadas). *Boletín de la Academia Nacional de Medicina de Argentina*, 2(3), 11-24.
- Ayerza, A., (1918b). Arsenicismo regional endémico (keratodermia y melanodermia combinadas) (continuación). *Boletín de la Academia Nacional de Medicina de Argentina*, 2(3), 41-55.
- Bundschuh, J., Litter, M. I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H. B., Jiin-Shuh, J., Chen-Wuing, L., López, D., Armienta, M. A., Guilherme, L. R. G., Gómez Cuevas, A., Cornejo, L., Cumbal, L. y Toujaguez, R. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2-35. [10.1016/j.scitotenv.2011.06.024](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.024)
- Caamaño, A. (2001). Repensar el currículum de química en los inicios del siglo XXI. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (29), 43-52.
- Caamaño, A. (2006). Retos del currículum de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química en los currículos de Inglaterra, Portugal, Francia y España. *Educación Química*, 17(2), 195-208.
- Cogollo, M. E. H., y Negrete, J. L. M. (2016). Trihalometanos y arsénico en el agua de consumo en los municipios de Chinú y Corozal de Colombia: evaluación del riesgo a la salud. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 34(1), 88-115.
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2010). *Diseño curricular para la educación secundaria ciclo superior ES4: Salud y adolescencia*. (1.ª ed.). http://servicios.abc.gov.ar/ lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/materias_comunes_a_todas_las_orientaciones_de_4anio/salud_y_adolescencia_4.pdf
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2011a). *Diseño curricular para la Educación Secundaria, quinto año: Introducción a la Química*. (1.ª ed.). https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2021-05/Introducci%C3%B3n_B3n%20a%20la%20Qu%C3%ADmica.pdf
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2011b). *Diseño curricular para la Educación Secundaria sexto año: Ambiente, desarrollo y sociedad*. (1.ª ed.). <https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2021-11/03-06-20.%20SECUNDARIA.DC26.ABC.pdf>
- Dopp, E., Kligerman, A. D. y Diaz-Bone, R. A. (2010). Organoarsenicals. Uptake, metabolism, and toxicity. En A. Sigel, H. Sigel y R. K. O. Sigel (eds), *Organometallics in environment and toxicology* (pp. 231-265). The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781849730822-00231>
- Faria-Berçot, F., Revel Chion, A. y Adúriz Bravo, A. (2021). Naturaleza de la ciencia en un objeto virtual de aprendizaje para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 239-258. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3060>
- Ferreccio, C. y Sancha, A. M. (2006). Arsenic exposure and its impact on health in Chile. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 24(2), 164-175.
- García, S., (2011). *Hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACER)*. Módulo de capacitación. (1.ª ed.). Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones del Ministerio de Salud de la Nación.
- Giere, R. (ed.). (1992). *Cognitive models of science*. University of Minnesota Press.
- Giere, R. (2006). *Scientific perspectivism*. The University of Chicago Press.

- González Jaramillo, V. G. y Greca, I. M. (2022). Estrategias de prevención desde la escuela: implementación de una propuesta de enseñanza sobre nutrición humana basada en metodologías activas de aprendizaje. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 24(2) 161-177. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v24n2a02>
- Goyenechea, M. (1917). Sobre la nueva enfermedad descubierta en Bell Ville. *Revista Médica de Rosario*, 7, 485.
- Hughes, M. F. (2002). Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. *Toxicology Letters*, 133(1), 1-16. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(02\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(02)00084-X)
- Hughes, M. F., Beck, B. D., Chen, Y., Lewis, A. S., y Thomas, D. J. (2011). Arsenic exposure and toxicology: a historical perspective. *Toxicological Sciences*, 123(2), 305-332. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr184>
- Hunt, K. M., Srivastava, R. K., Elmets, C. A. y Athar, M. (2014). The mechanistic basis of arsenicosis: pathogenesis of skin cancer. *Cancer Letters*, 354(2), 211-219. [10.1016/j.canlet.2014.08.016](https://doi.org/10.1016/j.canlet.2014.08.016)
- Izquierdo Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Contribuciones de Giere a la reflexión sobre la educación científica. *ArtefaCToS: Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.14201/art20211017587>
- Klaassen, C. D. (ed.). (2008). *Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons*. (7.^a ed.). McGraw-Hill. [10.1036/0071470514](https://doi.org/10.1036/0071470514)
- Kumagai, Y. y Sumi, D. (2007). Arsenic: Signal transduction, transcription factor, and biotransformation involved in cellular response and toxicity. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 47, 243-262.
- Lampert, D. y Cortizas, L. (2023). La geografía como metaciencia/metaconocimiento para el abordaje de temas de alimentación en la escuela secundaria y en carreras universitarias científico-tecnológicas. *Educación Química*, 34(n.^o esp.), 15-27.
- Lampert, D. y Porro, S. (2020). La enseñanza de las enfermedades transmitidas por alimentos y el desarrollo del pensamiento crítico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 55-73.
- Leavell, R. H. y Clark, E. G. (1965). *Preventive medicine for the doctor in his community*. (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Litter, M. I. (2022). Chemistry and Occurrence of Arsenic in Water. En P. K. Srivastava, R. Singh, P. Parihar, S. M. Prasad (eds.), *Arsenic in plants: Uptake, consequences and remediation techniques* (pp. 25-48). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119791461.ch2>
- Litter, M. I., Armienta, M. A., Villanueva Estrada, R. E., Villaamil Lepori, E. C. y Olmos, V. (2020a). Arsenic in Latin America: Part I. En S. Srivastava (ed.), *Arsenic in drinking water and food* (pp. 71-112). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8587-2_4
- Litter, M. I., Armienta, M. A., Villanueva Estrada, R. E., Villaamil Lepori, E. C. y Olmos, V. (2020b). Arsenic in Latin America: Part II. En S. Srivastava (ed.), *Arsenic in drinking water and food* (pp. 113-182). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8587-2_5
- Matschullat, J., Birmann, K., Borba, R. P., Ciminelli, V., Deschamps, E. M., Figueiredo, B. R., Gabrio, T., Haßler, S., Hilscher, A., Junghänel, I., De Oliveira, N., Raßbach, K., Schmidt, H., Schwenk, M., De Oliveira Vilhena, M. J. y Weidner, U., (2007). Long-term environmental impact of arsenic-dispersion in Minas Gerais, Brazil. *Trace Metals and other Contaminants in the Environment*, 9, 365-382. [10.1016/S1875-1121\(06\)09014-6](https://doi.org/10.1016/S1875-1121(06)09014-6)
- Ministerio de Educación. (2012). *Núcleos de aprendizajes prioritarios. Ciclo orientado de Educación Secundaria, Ciencias Naturales*. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005215.pdf>
- Ministerio de Educación. (2015). *Diseño curricular nueva escuela secundaria de la Ciudad de Buenos Aires: ciclo orientado del bachillerato: ciencias naturales*. <http://bde-ueicee.bue.edu.ar/documentos/204/download>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Osuna-Martínez, C. C., Armienta, M. A., Bergés-Tiznado, M. E. y Páez-Osuna, F. (2021). Arsenic

- in waters, soils, sediments, and biota from Mexico: An environmental review. *Science of The Total Environment*, 752, 142062. [10.1016/j.scitotenv.2020.142062](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142062)
- Pérgola, M. y Galagovsky, L. (2014). Puesta a prueba de una unidad didáctica dentro del enfoque de química en contexto. *Revista de Educación en la Química*, 20(2), 143-155.
- Pérgola, M. y Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2822>
- Pérgola, M. y Revel Chion, A. (2023). Perspectivas multicausales para abordar la problemática del HACRE en Latinoamérica. En *10º Congresso Internacional em Saúde: Empreendedorismo e Inovação*. 16 a 19 de mayo. Universidad Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
- Pérgola, M., Sacco, N., Bonetto, M., Galagovsky, L. y Cortón, E. (2023). A laboratory experiment for science courses: Sedimentary microbial fuel cells. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 51(2), 221-229. <https://doi.org/10.1002/bmb.21702>
- Ravenscroft, P., Brammer, H. y Richards, K. (2011). *Arsenic pollution: a global synthesis*. John Wiley & Sons.
- Revel Chion, A. (2015). *Educación para la salud. Enfoques integrados entre salud humana y ambiente. Propuestas para el aula*. Paidós.
- Revel Chion, A. y Adúriz-Bravo, A. (2014). ¿Qué historias contar sobre la emergencia de enfermedades? El valor de la narrativa en la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36). <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted47.59>
- Revel Chion, A., y Adúriz-Bravo, A. (2017). Relatos para la enseñanza de una problemática americana: la enfermedad de Chagas-Mazza. *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (45). <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/9509>
- Revel Chion, A., y Adúriz-Bravo, A. (2018). Pensamiento narrativo y argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (n.º extra., Memorias), 22-26.
- Revel Chion, A. y Adúriz-Bravo, A. (2021a). In sickness and in health: Narratives on epidemics as tools for science teaching in secondary schools. *Science and Education*, (31), 269-291. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00258-3>
- Revel Chion Giavino, A. y Adúriz-Bravo, A. (2021b). Narrativas para abordar temáticas de salud y enfermedad con profesores de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (n.º extra.), 465-469.
- Revel Chion, A., Rosalez, P., Zalazar, T., Cafure, J., Generoso, R. y Scalice, M. (2021). Concepciones sobre la salud y la enfermedad del colectivo docente de biología de la región Latinoamericana. En *Segundo Simposio Internacional sobre Enseñanza de las Ciencias* (pp. 212-220). Universidad de Córdoba.
- Rosalez, P. (2020). La persistencia del biologismo en tiempos de pandemia. En *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología* (p. 84). Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de La Argentina (ADBIA).
- Sarret, G., Guedron, S., Acha, D., Bureau, S., Arnaud-Godet, F., Tisserand, D., Goni-Urriza, M., Gassie, C., Duwig, C., Proux, O. y Aucour, A. M. (2019). Extreme arsenic bioaccumulation factor variability in Lake Titicaca, Bolivia. *Scientific Reports*, 9(1), 1-12. [10.1038/s41598-019-47183-8](https://doi.org/10.1038/s41598-019-47183-8)
- Secretaria de Educação Básica. (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Secretaria de Educação Fundamental (1997a). *Parâmetros Curriculares Nacionais 1ª a 4ª Séries. Ciências Naturais*. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>
- Secretaria de Educação Fundamental. (1997b). *Parâmetros Curriculares Nacionais 5ª a 8ª Séries. Ciências Naturais*. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>
- Secretaria de Educação Fundamental (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>





AN OPTICAL ILLUSION OF VOLUME PROMOTED BY THE TRANSFORMATION OF A PAPER MODEL FROM A SQUARE PRISM TO A TETRAHEDRON

UNA ILUSIÓN ÓPTICA DE VOLUMEN PROMOVIDA POR LA TRANSFORMACIÓN DE UN MODELO DE PAPEL DE UN PRISMA CUADRADO A UN TETRAEDRO

UMA ILUSÃO ÓPTICA DE VOLUME PROMOVIDA PELA TRANSFORMAÇÃO DE UM MODELO DE PAPEL DE UM PRISMA QUADRADO PARA UM TETRAEDRO

Rosa Elena Arroyo-Carmona* , Jaime Vázquez Bravo** , Marco A. Mora-Ramírez*** ,
Gerardo Paredes-Juárez**** , Aarón Pérez-Benítez***** 

Cómo citar este artículo: Arroyo-Carmona, R. E., Vázquez Bravo, J., Mora-Ramírez, M. A., Paredes-Juárez, G. & Pérez-Benítez, A. (2024). An optical illusion of volume promoted by the transformation of a paper model from a square prism to a tetrahedron. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 290-297. <https://doi.org/10.14483/23464712.20283>

Abstract

During the recycling of a cardboard box in the shape of a right prism with a square base to build a tetrahedron, there was the curious coincidence that the height of the first was equal to the inclined height of the second. After some bending and cutting on the prism, its dynamic conversion to the tetrahedron and vice versa was achieved. This fact motivated us to carry out a study on the meaningful learning of a small group of participants ($N = 10$) with minimum primary school education, regarding the volume of these two common geometric bodies. It was found that 70 % of the study population thought that the volumes were equal and that 100 % had forgotten the formula to calculate the volume of the tetrahedron. A template to build the model and a video to illustrate the mentioned transformation process are also presented.

Keywords: Meaningful learning. Space geometry. School activities. Teaching model.

Recibido: 21 de Diciembre del de 2022; aprobado: 11 de Julio del 2023

* Doctora en Ciencias. Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. rosa.arroyo@correo.buap.mx

** Doctor en Ciencias. Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla, México. drjvazquezb@gmail.com

*** Doctor en Ciencias. Facultad de ciencias químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. marco.morar@correo.buap.mx

**** Maestro en Ciencias. Preparatoria 2 de octubre de 1968. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. gerardo.paredesj@correo.buap.mx

***** Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. aaron.perez@correo.buap.mx

Resumen

Durante el reciclaje de una caja de cartón con forma de prisma recto de base cuadrada para construir un tetraedro, se presentó la curiosa coincidencia de que la altura del primero era igual a la altura inclinada del segundo. Luego de algunos dobleces y cortes sobre el prisma, se logró su conversión dinámica al tetraedro, y viceversa. Este hecho motivó la realización de un estudio sobre el aprendizaje significativo, de un pequeño grupo de participantes ($N = 10$) con escolaridad mínima de primaria, respecto al volumen de estos dos cuerpos geométricos comunes. Se encontró que el 70 % de la población de estudio pensó que los volúmenes eran iguales, y que el 100 % había olvidado la fórmula para calcular el volumen del tetraedro. Además, se presenta una plantilla para construir el modelo y un video para ilustrar el proceso de transformación mencionado.

Palabras clave: aprendizaje significativo, geometría del espacio, actividad escolar, modelo didáctico.

Resumo

Durante a reciclagem de uma caixa de papelão em forma de prisma reto com base quadrada para construir um tetraedro, ocorreu a curiosa coincidência de que a altura da primeira era igual à altura inclinada da segunda. Depois de algumas dobras e cortes no prisma, conseguiu-se sua conversão dinâmica para o tetraedro e vice-versa. Este facto motivou-nos a realizar um estudo sobre a aprendizagem significativo de um pequeno grupo de participantes ($N = 10$) com escolaridade mínima do ensino básico, relativamente ao volume destes dois corpos geométricos comuns. Constatou-se que 70 % da população do estudo achava que os volumes eram iguais e que 100 % haviam esquecido a fórmula para calcular o volume do tetraedro. Além disso, é apresentado um template para construir o modelo e um vídeo para ilustrar o processo de transformação mencionado.

Palavras chave: Aprendizagem significativo. Geometria sólida. Atividades escolares. Modelo de ensino.

1. Introduction

Geometry of solids is an obligated subject, not only in several branches of science but also in daily life (Booker et al., 2014; Ellenberg, 2021; Morrison, 2000). This is because a characteristic feature of geometry is its dual nature, meaning it has a theoretical domain and practical applications (Fujita & Jones, 2003). For instance, in the packaging and marketing industries, many types of innovative geometric containers are developed to sell commercial products and position their brands. Moreover, they implement the business strategy known as shrinkflation or package downsizing (Durbin & Rourke, 2022; Tisdale, 2023), which consists of modifying the packaging to reduce the quantity of a product, while preserving or slightly increasing the sale price. Sometimes this modification implies changes in the shape of the product's container (Figure 1), so the consumer must be cautious not to be deceived by the visual appearance of the product.



Figure 1. Two examples of altering the geometry of the containers to hide the decrease in product volume
Note. Left: Bottles of Gatorade containing 32 vs 28 fluid ounces. Modified from Durbin & Rourke (2022); Tisdale (2023).

In the case of chemistry, the understanding of many physicochemical properties of matter depends on the knowledge of molecular geometry; however, although the teaching-learning of geometry is usually addressed in primary education (Beneke, 2016; Huang & Wu, 2019), it has been reported that some students from high school to undergraduate

levels did not acquire meaningful learning about the names and three-dimensional shapes of common geometric solids such as the tetrahedron, trigonal bipyramidal and octahedron, among others (Arroyo-Carmona et al., 2005; Chamberlin & Candelaria, 2018; Pérez-Benítez et al., 2009; Pinto, 2023).

Based on those results, we have been interested in the teaching-learning of geometry from an early age, by developing low-cost three-dimensional polyhedra models and sharing their construction in science fairs and workshops in primary and secondary schools (Figure 2). We also work with undergraduate chemistry students to identify their misconceptions about spatial geometry. This article presents the construction of a tetrahedron from an empty commercial container, in the shape of a square prism. Furthermore, taking advantage of the visual effect created by the dynamic conversion of one into the other, we analyzed the population's abilities to calculate their volumes.



Figure 2. The building of three-dimensional models of straws at workshops for children, in primary and secondary schools

2. The context of work

Good-quality cardboard geometric boxes are often used as packaging for commercial products (such as medicines, gifts, etc.) and then discarded by the user. In an attempt to recycle a square prism (SP) package for building a tetrahedron (T), we found by chance, that the height (h_1) of that SP

was equal to the slant height (h_s) of the derived T (Kumar, 2004) (Figures 3.I and 3.II, respectively). The tetrahedron's slant height corresponds to the height of any of its four equilateral triangle faces and must not be confused with the tetrahedron's height, h_2 , which is defined as the normal segment that goes from a vertex to the plane formed by the face opposite it (Figure 3.III).

Thus, after eliminating the square bases of SP and graving the lines a , on its lateral faces, we performed the dynamic conversion between both polyhedra (See video):

<https://youtu.be/kkgTYrVCT3g>

At that moment two simple questions emerged: 1) Are the volumes the same for both geometrical bodies? 2) Would common people be capable of determining the volumes for both?

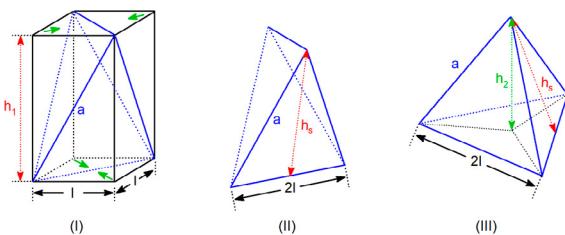


Figure 3. The transformation of a right square prism (I) into a tetrahedron (II-III) is possible if the diagonal a of I corresponds to edge a of II

Note. This implies that height h_1 of I equals the slant height, h_s , of II ($h_1 = h_s$). Since the faces of tetrahedron are equilateral triangles, then $a = 2l$. To avoid confusion, the slant and "normal" heights of the tetrahedron are illustrated in III ($h_s \neq h_2$).

3. The geometric properties of a right square prism and tetrahedron

A tetrahedron is a regular polyhedron composed of four equilateral triangles. It has four vertices and three of the four triangles converge at each vertex (Vert, 2022). SP is defined as a three-dimensional geometric shape that has two square bases and four lateral rectangular faces. There are two types of square prisms: Right and oblique prisms (Freitag & Crawford, 2014). The faces in the right square

prism, RSP, are orthogonal and it is the one used here. Selected geometric characteristics of RSP and T are outlined in Table 1 (Kumar, 2004).

Table 1. Selected geometric properties of a right square prism and tetrahedron

Right Square Prism (RSP)	Tetrahedron (T)
Edges	12
Faces	4 rectangles
Base(s)	2 squares
Height	h_1
Slant height	-
Total area	$A=2(l^2) + 4(l)(h_1)$
Volume	$V=(l^2)(h_1)$
	$A=(a^2)(\sqrt{3})$
	$V=(a^3/12)(\sqrt{2})$

Note. l and h_1 = edge of square face and height of RSP; a , h_2 and h_s = edge and "normal" and slant heights of tetrahedron.

From Vert (2022); Freitag & Crawford (2014).

3.1 Educational research: Do a right square prism and its derived tetrahedron have equal volume?

The easy conversion of the above-mentioned right square prism into a tetrahedron prompted us to carry out a short study related to the geometrical properties of both polyhedra; specifically, we considered doing a question related to their volumes; however, due to Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic, only ten of our relatives were surveyed.

The inclusion criterion was the participant had attended the 4th grade of primary school onwards.

This study was conducted at home, in an informal session in which the target population was exposed to the dynamic transformation of the model. In this regard, we believe that, given the relative difficulty of the calculation, if the participants had not seen the transformation of the model, they might not have given their answers.

After the participants afforded their alternative ideas to the principal question (2nd column of Table 2), we proceeded to ask them the second question (3rd column of Table 2), being their answers as expected because previously none of them tried to carry out calculations.

Table 2. Educational background of the study population ($N = 10$) and their alternative ideas related to the volumes of a right square prism and its derived tetrahedron

Participant	Educational background of the study population participant	Does the participant believe that both geometrical bodies have the same volume?	The participant remembers the formula of: Tetrahedron (I); square prism (II); both (III); None of them (IV)
A	Primary school	Yes	IV
B	Bachelor	Yes	II
C	Bachelor	No	IV
D	Undergraduate in graphic arts	No	IV
E	Degree in veterinary medicine	Yes	II
F	Degree in public accounting	Yes	IV
G	Degree in Dentistry	Yes	II
H	Degree in dentistry	Yes	IV
I	Ph. D. in medicinal physiology	Yes	II
J	Ph. D. in material science	No	II

4. Results and discussion

It is possible to observe in Figure 4 (top), that only 30% of participants mentioned that the volumes of both geometrical bodies are not equal. Although this answer is correct for question 1, the following answer allowed us to know they just guessed it; this means that they did not remember the formula to calculate the tetrahedron's volume. On the other hand, 50% percent of the population remembered only the way to calculate the square prism's volume (Figure 4, middle) and 100% did not remember the formula to calculate the tetrahedron's volume (Figure 4, bottom).

4.1 Mathematical and physical demonstration of the volume differences between the right square prism and its derived tetrahedron

Once the data were collected, we proceeded to calculate the volume of both polyhedra using the formulas given in the last row of Table 1 (or an online calculator (Casio, 2022)) and the values of $h_t = 9.35$ cm, $l = 5.4$ cm and $a = 10.8$ cm. Although the results were mentioned to the study participants, they were not convinced because the tetrahedron's volume (148.46 cm³) is little more than half of the square prism's volume (272.65 cm³); this means $VT = 54.5\%$ VRSP.

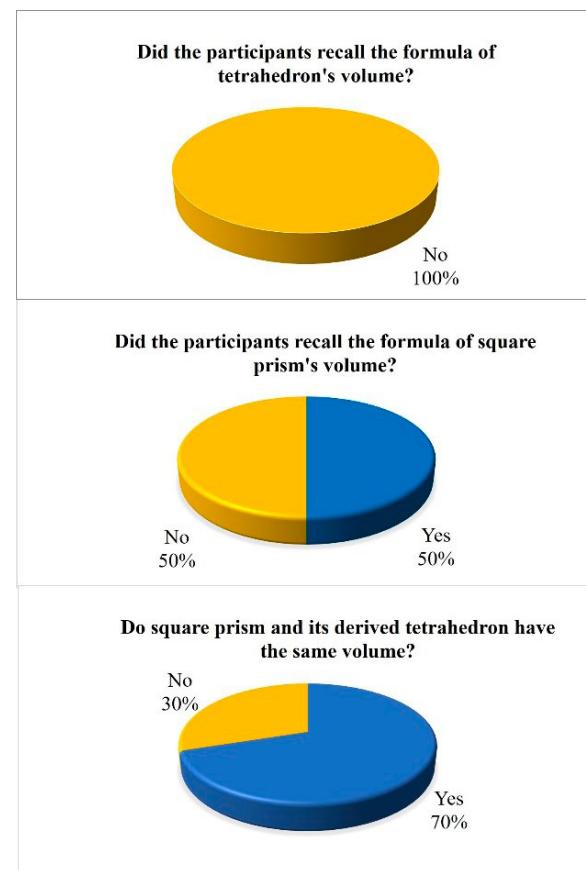


Figure 4. Top) Alternative ideas about the volume equality of the right square prism and the tetrahedron derived from it; Middle and bottom) The percent of answers corresponding to the knowledge of the formulas indicate that the right square-based prism is easier to remember than a tetrahedron or perhaps that the volume of a tetrahedron was not addressed during their school training

This fact led us to perform a physical demonstration, such as Archimedes' bathtub historical demonstration of the volume of two irregular objects, and shout "Eureka! Eureka!" (Perkins, 2003); however, that approach is not suitable because our model is made of permeable paper. As an alternative, we make the show by filling the right square prism with rice and then pouring it into the tetrahedron; obviously, a part of the rice was left inside the RSP (Figure 5). Although this experiment is more imprecise than others reported in the literature (Pinilla et al., 2024), we consider it an acceptable demonstration.



Figure 5. Fraction of the total volume of the square prism (left) after filling its derived tetrahedron with rice (right)

4.2 Instructions for building the model

1. Look for a recycled right square package and measure the edge of a square face, l .
2. Using the Pythagorean formula, calculate h_1 (See Figure 3 and Equation 1). Remember that $a=2 \cdot l$ (Kumar, 2004):

$$h_1^2 = l^2 - \frac{l^2}{2^2} = \frac{3}{4}l^2; h_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}l = 0.866(l) \quad (1)$$

3. At height h_1 , place a mark and cut out the excess of the package. Also, remove the bottom face.
4. Draw alternately, the diagonals with negative and positive slopes (Figure 6, left). Mark and crease these diagonals in both directions.



Figure 6. Obtaining a Tetrahedron (left) from a recycled box with the shape of a Right Square Prism (right)

5. The finished model can be seen in Figure 5 (right) and the transformation of one into the other, in the video.
6. Although part of the spirit of this paper is lost, it means, the recycling, two templates for building RSP and T are provided in Figure 7. Just cut out the templates, fold them by dotted lines and glue them by the corresponding flaps.
7. For the RSP model, it is suggested to glue the lower face while leaving the top unattached. This will allow for both models to be filled, resulting in an objective demonstration.

5. Conclusion

The morphology, usage and recycling of commercial packages help the students to understand the importance of geometry in our daily lives. Additionally, the optical effect produced by the dynamic conversion of a square prism packaging into a tetrahedron raises doubts about the relationship between their areas and volumes; but at the same time, motivates the student to board the mathematical calculations of their volumes.

Moreover, the physical demonstration of their volume differences promotes significant learning and allows us to link a historical (Eureka!) moment of science.

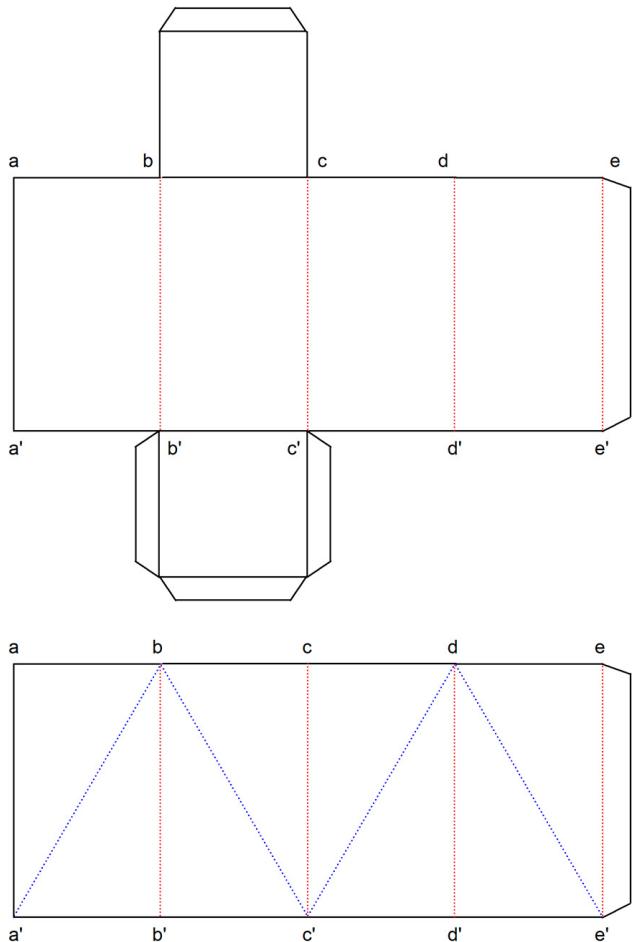


Figure 7. Templates for building RSP (Top) and T (Bottom) models

6. Funding support

We thank VIEP for financial support to “Proyecto 00030 de grupos de investigación interdisciplinaria 2023”.

7. References

Arroyo-Carmona, R. E., Fuentes López, H., Méndez-Rojas, M. A. & Pérez-Benítez, A. (2019). La geometría: ¡Un pie que cojea en la enseñanza de la estereoquímica! *Educación Química*,

16(4), 184-190. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.4e.66082>

Beneke, S. (2016). *Teaching preschoolers about solid volume*. *Early Childhood Higher Education Resources Online*. https://www.eclearningil.org/sites/default/files/hero-resources/microteach_solid-volume_5-23-16.pdf

Booker, G., Bond, D. & Sparrow, L. (2014). *Teaching primary mathematics*. Pearson.

Casio Computer Co. Ltd. (2022). *Keisan online calculator*. <https://keisan.casio.com/exec/system/1223345456>

Chamberlin, M. T. & Candelaria, M. S. (2018). Learning from teaching teachers: A lesson experiment in area and volume with prospective teachers. *Mathematics Teacher Education and Development*, 20(1), 86-111.

Durbin, D.-A. & Rourke, M. (2022, June 8). No, you're not imagining it — package sizes are shrinking. *The Associated Press*. <https://apnews.com/article/india-prices-business-d2c8279d39e1304f5623b3a99b56b8cc>

Ellenberg, J. (2021). *Shape: The hidden geometry of information, biology, strategy, democracy, and everything else*. Penguin Press.

Freitag, M. A. & Crawford, L. B. (2014). *Exploration activities for mathematics for elementary school teachers: A process approach*. Brooks/Cole Cengage Learning.

Fujita, T. & Jones, K. (2003). The place of experimental tasks in geometry teaching: Learning from the textbook designs of the early 20th century. *Research in Mathematics Education*, 5(1), 47-62. DOI: 10.1080/14794800008520114

Huang, H.-M. E. & Wu, H.-Y. (2019). Supporting children's understanding of volume measurement and ability to solve volume problems: Teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), em1789. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109531>

Kumar, R. (2004). *Definitions and formulae in mathematics*. Laxmi.

Morrison, K. (2000). *Geometry: In everyday life*. Heinemann Educational Botswana.

- Pérez-Benítez, A., Arroyo-Carmona R. E. & González-Vergara, E. (2009). A simple system (named polifacil) for building three-dimensional models of polyhedra starting from drinking straws and raffia. *The Chemical Education Journal (CEJ)*, 12(1), Serial 22. http://www.edu.utsunomiya-u.ac.jp/chem/v12n1/Perez_Benitez8013/Perez8013.html
- Perkins D. (2003). *La bañera de arquímedes y otras historias del descubrimiento científico: el arte del pensamiento creativo*. Paidós.
- Pinilla, A., Díaz, A. & Castellanos, C. (2024). Instrumento para potenciar nociones intuitivas del cálculo de volúmenes desde la perspectiva de los indivisibles de Cavalieri. *Góndola, Enseñanza y*

Aprendizaje de las Ciencias, 19(1), 88-102. <https://doi.org/10.14483/23464712.20239>

Pinto Leivas, J. C. (2023). Visualização de formas geométricas ornamentadas em árvores urbanas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. 18(1), 8-22. <https://doi.org/10.14483/23464712.17817>

Tisdale, J. (2023, Aug. 11). Shrinkflation involves getting less bang for your buck-What exactly is it? *Distractify, Engrost, Inc.* <https://www.distractify.com/p/what-is-shrinkflation>

Vert, J. (2022). The regular tetrahedron. *MATHalino, Engineering Mathematics*. <https://mathalino.com/reviewer/solid-mensuration-solid-geometry/regular-tetrahedron>



[297]



O QUE APRENDEMOS COM A COVID-19? (RE)PENSANDO O (NOVO) ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

WHAT HAVE WE LEARNED FROM COVID-19? (RE)THINKING THE (NEW) BRAZILIAN HIGH SCHOOL AND SCIENCE TEACHING

¿QUÉ HEMOS APRENDIDO DEL COVID-19? (RE)PENSANDO LA (NUEVA) ESCUELA SECUNDARIA EN BRASIL Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guilherme Balieiro Gomes* , Juliana Soares de Oliveira** 

Cómo citar este artículo: Gomes, B. G; Oliveira, J. S. (2024). O que aprendemos com a COVID-19? (Re)Pensando o (Novo) Ensino Médio e o Ensino De Ciências. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 298-312.

<https://doi.org/10.14483/23464712.19605>

Resumo

No contexto da pandemia da COVID-19, observou-se um aumento considerável nos debates públicos sobre a produção das ciências. Tal contexto explicitou a necessidade de que a população possua conhecimentos sobre ciências, a fim de responder de modo crítico aos problemas contemporâneos. Neste ensaio científico, discutimos a necessidade de que a formação escolar em ciências forneça espaços e tempos de debate com os conhecimentos científicos para a atuação cidadã e democrática, e destacamos de que modo a Reforma do Ensino Médio (2017) implica e altera tal processo. Em seguida, a partir do conceito de Natureza da Ciência e das contribuições de Gaston Bachelard, apresentamos proposições a fim de retomar a relevância da formação de cidadãos com conhecimento das e sobre as ciências como objetivo da escolarização básica para o posicionamento crítico individual e coletivo.

Palavras chave: Legislação da educação. História das ciências. Filosofia. Saúde pública.

Recibido: 03 de Julio del 2022; aprobado: 30 de Mayo del 2024

* Doutor em Ciências. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM campus Tabatinga. Brasil. guilherme.balieiro@ifam.edu.br

** Mestra e Doutoranda em Educação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM campus Lábrea, Brasil. juliana.oliveira@ifam.edu.br

Abstract

In the context of the COVID-19 pandemic, there was a considerable increase in public debates about the production of science. This context highlighted the need for the population to have knowledge about science in order to respond critically to contemporary problems. In this scientific essay, we discuss the need for school education in science to provide spaces and opportunities for debate with scientific knowledge for citizen and democratic action, and we highlight how the Brazilian High School Reform (2017) impacts and changes this process. Then, based on the concept of Nature of Science and on contributions from Gaston Bachelard, we present propositions to reaffirm the importance of educating citizens with knowledge of and about the sciences as an objective of basic schooling for individual and collective critical engagement.

Keywords: Educational legislation. History of sciences and humanities. Philosophy. Public health.

Resumen

En el contexto de la pandemia de COVID-19, hubo un aumento considerable de los debates públicos sobre la producción científica. Este contexto mostró la necesidad de que la población tenga conocimientos sobre ciencia para responder críticamente a los problemas contemporáneos. En este ensayo científico, discutimos la necesidad de que la formación escolar en ciencias proporcione espacios y tiempos de debate con saberes científicos para la acción ciudadana y democrática, y destacamos cómo la Reforma de la Enseñanza Media en Brasil (2017) implica y cambia este proceso. Luego, a partir del concepto de Naturaleza de la Ciencia y de los aportes de Gaston Bachelard, presentamos proposiciones para retomar la pertinencia de formar ciudadanos con conocimiento de y sobre las ciencias como objetivo de la escolarización básica para el posicionamiento crítico individual y colectivo.

Palabras clave: Legislación educativa. Historia de la ciencia y de las humanidades. Filosofía. Salud pública.

1. Introdução

Com a identificação dos primeiros casos de COVID-19 em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China, e a rápida disseminação da doença, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou estado de pandemia em março de 2020. A partir de então, o mundo entrou em uma grave crise sanitária, que gerou diversos impactos em muitos setores da sociedade. No Brasil, a disseminação da COVID-19 teve como efeito indireto o agravamento de problemas sociais, políticos e econômicos¹, que exacerbaram as fragilidades de determinados grupos sociais (desempregados e subempregados, a população ribeirinha, as pessoas em situação de rua, a população das periferias metropolitanas²) e étnicos (negras e negros, indígenas e quilombolas).

A relação entre problemas complexos (a pandemia, as desigualdades sociais, o agravamento da crise econômica local e mundial e a circulação de fake news³) formou um aparente paradoxo social. As medidas de segurança sanitárias adotadas – em especial o isolamento social e o fechamento do comércio e escolas –, o incremento econômico sobre a estrutura hospitalar, não aliadas às políticas públicas de diminuição da estratificação social, trazem como resultado colateral o aprofundamento de indicadores sociais negativos, como apontado em relatório publicado pela Oxford Committee for Famine Relief (Comitê de Oxford para o Alívio da Fome) - OXFAM (2021).

Notícias parciais, problemas sociais e econômicos, medicamentos rejeitados por testes clínicos, novos

1. "O principal levantamento sobre a fome no mundo aponta que no período de 2018 a 2020 a insegurança alimentar grave atingiu 7,5 milhões de brasileiros, quase o dobro dos 3,9 milhões registrados entre 2014 e 2016. Por outro lado, estudo igualmente confiável aponta que em 2021 o Brasil conta 19,3 milhões de pessoas vivendo em pobreza extrema." (NEVES, 2021). Ler em: <http://www.tce.ms.gov.br/noticias/artigos/detalhes/6241/fome-no-brasil-e-drama-diario-de-19-3-milhoes-2>

2. <http://www.abc.org.br/2020/06/15/o-mundo-a-partir-do-coronavirus-populacoes-fragilizadas-e-a-pandemia/>

3. Compreendidas como informações deliberadamente incorretas ou mesmo descontextualizadas que buscam apresentar um quadro que favorece alguém ou algo.

protocolos e vacinas constituem faces do mesmo problema, e aumentaram a pressão sobre as respostas dadas pelos cientistas, ao mesmo tempo em que parte da população reagiu nas ruas com manifestações e descumprimentos dos protocolos de distanciamento social⁴. A escola pública, brasileira, gratuita e de direito universal, tem sido capaz de colaborar com a construção de uma formação científica adequada a tal cenário? Como as políticas públicas de educação básica têm atuado para a ampliação de acesso e de qualidade da educação básica?

Brown (2018) discute que o modelo de governança neoliberal opera por meio de uma financeirização e economização do estado, resultando no desmonte das políticas públicas de caráter assistencialistas devido à desresponsabilização do Estado em garantir direitos sociais básicos, numa política de austeridade fiscal que suplanta os objetivos sociais. A autora aponta que temos "indivíduos extremamente isolados e desprotegidos, em risco permanente de desenraizamento e de privação dos meios vitais básicos, completamente vulneráveis às vicissitudes do capital" (Brown, 2018, p. 8).

Cardoso e Gurgel (2019) nos fazem refletir que, na sociedade contemporânea, a escola e a mídia desempenham papéis primordiais para a formação de conhecimentos científicos. Sabemos que diversas pesquisas científicas apresentam metodologias e resultados divergentes, e que podem, posteriormente, inclusive, ser contestados pela comunidade científica. Todavia, quando tais pesquisas são divulgadas pelos meios de comunicação, em suas contradições e processos não necessariamente evolutivos e lineares, muitas vezes a heterogeneidade inerente às ciências é apresentada ao público como controvérsia. Interpretados de forma negativa, os processos de produção científica são questionados em sua validade e rigorosidade. Porém, sendo essas condições próprias aos métodos científicos, não deveriam os cidadãos,

4. <https://www.poder360.com.br/brasilia/veja-fotos-da-manifestacao-pro-bolsonaro-realizada-em-brasilia-nesta-tarde/>

considerando sua escolarização, ser capazes de acompanhar, perceber, desconfiar ou buscar elementos de fiabilidade nas informações que chegam a eles? Poderíamos questionar o quanto fatores que agravaram a crise instaurada pela pandemia do novo coronavírus possuem origens, em parte, educacionais?

Um importante papel da educação básica é a formação para a cidadania, objetivo presente tanto na Constituição Federal (Brasil, 1988) quanto na Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996). Além disso, a formação científica é essencial para que se possa exercer a cidadania de forma efetiva, dada a forma como se estrutura nossa sociedade. Dentre as etapas da educação básica, o Ensino Médio (EM) é aquela na qual grande parte da população tem um contato sistematizado com o conhecimento científico. Considerando o contexto atual de implementação de alterações nessa etapa de ensino, definidas pela Reforma do Ensino Médio (REM), como esta deve impactar o ensino de ciências nessa importante etapa da educação básica? Como o tempo de estudo/aula, a partir das recentes mudanças, impacta a relação entre sujeitos e conhecimento na temporalidade escolar? E, ainda, quais características deve ter o ensino de ciências no EM para privilegiar a formação cidadã e possibilitar o enfrentamento do problema atual das fake news?"

Para responder tais questões, este trabalho se baseia na análise da lei que institui a REM (Brasil, 2017), bem como na análise bibliográfica de trabalhos nas perspectivas de autores como Ramos e Frigotto (2017) e Kuenzer (2017, 2020) na área de política educacional, e de Allchin (2011), Robilotta (1988) e Bachelard (1996) nas áreas de Ensino de Ciências e Filosofia da Ciência. Dessa forma, quanto à metodologia, do ponto de vista dos objetivos, tal pesquisa se configura como exploratória, que segundo Gil (2008, p.27) "pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias", uma vez que este trabalho visa

contribuir de forma geral para a discussão crítica de objetivos e metodologias educacionais, tanto no âmbito das políticas educacionais quanto em seus impactos na sala de aula. Já do ponto de vista dos procedimentos, este trabalho apresenta uma pesquisa documental (Prodanov & Freitas, 2013), uma vez que se propõe a analisar legislações educacionais, mas também se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica não sistemática, uma vez que a análise da REM e suas consequências educacionais e sociais são feitas com base em reflexões feitas à luz da produção de pesquisadores das áreas da educação e da filosofia da ciência.

Assim, na próxima seção, analisamos as perspectivas de formação científica no contexto das alterações propostas na LDB (lei nº 9394/1996) por meio da lei nº13.415/2017 (Brasil, 2017) que ficou conhecida como Novo Ensino Médio. Nos perguntamos sobre quais (im)possibilidades em formação científica estão postas, e, ainda, como crises de saúde e crises sociais podem ser discutidas na perspectiva de um Ensino de Ciências que permita a formação científica da população e colabore para a superação das múltiplas crises que vivenciamos na contemporaneidade no Brasil. Em seguida, discutiremos, com base no conceito de Natureza da Ciência (NdC), e nas contribuições do epistemólogo francês Gaston Bachelard (1996), os problemas da formação escolar em ciências, suas consequências, e destacamos princípios filosóficos e metodológicos possíveis para um Ensino de Ciências que prepare os estudantes para se posicionarem de maneira informada e com responsabilidade social a respeito de temas científicos, em particular tendo em vista as supostas controvérsias surgidas no contexto da pandemia do novo coronavírus.

2. Perspectivas de formação científica e cidadania no (Novo) ensino médio

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (IBGE, 2020), na Educação

Básica, o EM representa a etapa de maior afunilamento no acesso à formação educacional, além de ser a etapa educacional com os resultados mais precários quanto ao aprendizado dos estudantes. Tal crise na educação escolar dos jovens, principalmente dos mais pobres, no que se refere ao acesso, permanência e qualidade da educação, constituem as justificativas para o questionamento enfático da estrutura e dos objetivos do EM.

Por meio da lei nº13.415/2017, houve inserção de alterações profundas na LDB, sendo que tal lei foi promulgada, segundo educadores (Aguiar, 2018), sem discussão ou debates públicos pelo presidente interino Michael Temer, filiado ao MDB (Movimento Democrático Brasileiro), após o impeachment de Dilma Rousseff do PT (Partido dos Trabalhadores). Pela referida lei, a organização do EM passa a ser proposta por diferentes caminhos de formação, denominados de Itinerários Formativos; criando a possibilidade de estruturação de diferentes currículos, conteúdos e espaços de formação (Brasil, 2017). Toledo (2017) aponta, no entanto, que segundo dados do INEP somente 15,7% das escolas públicas teriam condições de oferecer todas as opções de formação definidas na REM. É possível ainda que somente o Itinerário V, voltado para a formação técnico-profissional, apareça com ampla oferta para as escolas mais periféricas, devido à possibilidade de aproveitamento de profissionais não licenciados a partir da creditação por “notório saber”, possibilitado pelo item IV do Art. 61 da LDB, alterada pela lei 13.415/2017. Sem mudanças substanciais na estrutura atual das escolas, ou mesmo sem prever a adequação funcional do quadro de professores das diversas áreas do saber, a presente reforma tem sido compreendida como uma ‘lógica da economicidade’ para a educação, como destacam Ramos e Frigotto (2017) e Lima e Maciel (2018).

A respeito dos Itinerários Formativos, que correspondem a uma parcela significativa da carga horária na REM, são propostas distintas formas de

conclusão e organização do ensino. Conforme orienta o Art. 36 §10, inclui-se nas possibilidades de organização dessa carga horária a formação por módulos e créditos, que conferem “terminalidade específica” de formação. Para cumprimento dessa carga horária, é possível segundo o §11 do artigo citado, “reconhecer competências e firmar convênios com instituições de educação a distância com notório reconhecimento”. Para tal, destacamos as seguintes formas de comprovação presentes da reforma: “demonstração prática”, “experiência de trabalho supervisionado ou outra experiência adquirida fora do ambiente escolar” e “cursos oferecidos por centros ou programas ocupacionais”, além de cursos realizados na modalidade de educação a distância. Desse modo, a formação referente ao itinerário selecionado é fragmentada em muitos percursos possíveis, sem necessariamente serem realizados em espaços destinados prioritariamente à formação educacional.

Quanto aos conteúdos e disciplinas do currículo, no artigo 35-A, §§ 2º e 3º, o texto da reforma aponta unicamente a obrigatoriedade do ensino de Português e de Matemática como disciplinas no EM, substituindo o termo ‘ensino’ por ‘estudos e práticas’, quando se refere às disciplinas de educação física, arte, sociologia e filosofia. Tal terminologia aparece na Resolução nº 03/2018, das Diretrizes Curriculares Nacionais para Ensino Médio – DCNEM (Brasil, 2018), que indicam “estudos e práticas” como espaços interdisciplinares realizados por meio de projetos, oficinas e outros programas articulados. Ao mesmo tempo, outras disciplinas antes obrigatórias (como Física, Biologia e Química) não aparecem na lei, sendo subentendidas por figurarem na BNCC.

A superficialidade na qual as disciplinas escolares são lançadas, com a utilização de termos como “estudos e práticas” e “terminalidades específicas”, parece indicar que a etapa deve ser somente um sobrevoo rápido sobre as ciências, um modo de apresentar aos estudantes as “funções mínimas

de acordo com as necessidades imediatas da sociedade capitalista", como coloca Ferreira (2017, p. 304). Entretanto, as crises atuais, dentre elas a COVID-19, fazem emergir questões complexas, entremeadas por debates científicos da biologia, da química e da geopolítica. Tais questões precisam de respostas sociológicas e convocam a população ao posicionamento e ao debate.

Mas qual a relevância das disciplinas para a formação científica escolar? E ainda, qual a importância da formação escolar para a vida do cidadão? Sasseron (2018), citando Chervel (1990) e Young (2007), discute uma forma de entender as disciplinas como práticas sociais, tomando do primeiro autor a concepção de disciplina como "ginástica intelectual", como modo de disciplinar o espírito para operar com os conhecimentos científicos, e, do segundo, ressalta o papel das disciplinas escolares no desenvolvimento intelectual dos estudantes, ao orientá-los nas fronteiras entre conhecimentos científicos e cotidianos. Organizadas pelo uso e construção de conhecimentos nos locais de produção de ciência, as disciplinas formam um conjunto de saberes que "representa não somente uma lista de temas que estão sob seu olhar mais atento, mas também modos de construir conhecimento, de analisá-lo, avaliá-lo e torná-lo legitimado nesta comunidade" (Sasseron, 2018, p. 1062). A organização por campos de saberes específicos na escola serve para orientação do que se efetivará em sala de aula, enquanto conteúdo ensinado e modo de organização cognitiva do conhecimento social, que se constrói por práticas de comunicação, como um fazer em comunidade. Desse modo, as disciplinas constituem um espaço social, histórico e cultural de elaboração coletiva dos conhecimentos e práticas científicas.

Na REM, há enorme discrepância entre o núcleo comum, voltado à formação científica generalista e universal, que contrasta com a considerável carga horária anual e heterogeneidade de lugares, modos e práticas de formação que podem compor

os Itinerários Formativos. Contrastes que revelam a tendência para uma formação rápida, flexível e prematura, cuja especificidade não reside na formação escolar científica, mas volta-se para as relações de trabalho em uma sociedade de relações flexíveis, como enfatiza Kuenzer (2020). Como acompanhar e avaliar a qualidade da educação construída por processos tão difusos? O que é posto como qualidade da educação para esse novo modelo de formação?

Tal modelo, como aponta Kuenzer (2020), insere-se como sistema de formação de subjetividades, voltado cognitivamente e emocionalmente para formar sujeitos dispostos à adaptabilidade social; conforma-se sujeitos-assujeitados das circunstâncias e das constantes reconfigurações das conjunturas sociais e econômicas. Corre-se o risco de formarmos cidadãos com poucas habilidades e conhecimentos éticos indispensáveis para situações de crise social, como a vivenciada com a pandemia da COVID-19.

Analizando essa nova configuração educacional, Ramos e Heinsfeld (2017) apontam para o retorno de uma educação cartesiana e dualista. As incertezas da eficácia de tais medidas recaem não unicamente nas potencialidades de ensino-aprendizagem e ampliação do acesso à educação, tomados como os principais problemas desse nível de ensino, mas também quanto ao papel da educação, e em particular do ensino de ciências.

A REM fragiliza e desestrutura a legislação educacional brasileira, como apontam Frigotto (2017), Ramos e Heinsfeld (2017) e Kuenzer (2020, 2017), indicando que, a partir dela, podemos esperar um ensino de ciências mais superficial, desigual e anacrônico, por forçar os estudantes à escolha, quando possível, de áreas de formação muito específicas, excluindo a possibilidade de formação integral e universal. Outro importante aspecto trazido por Ferreira (2017) é que a atual (contra) reforma participa de uma agenda global neoliberal que retoma, como a encarnação de

um fantasma do passado, o ideal positivista, que esteve presente em épocas anteriores aos governos petistas, e que reaparece buscando apagar as tentativas de elaboração orgânica e coletiva da educação básica e profissional da juventude, empreendidas de 2003 a 2016.

O discurso de uma escola ultrapassada, que seria incapaz de congregar as vontades e capacidades de uma geração amplamente digital e conectada com novas linguagens, também foi um argumento utilizado por diferentes organizações e entidades, principalmente as vinculadas ao terceiro setor, com representação no Conselho Nacional de Educação (CNE), e apoiadas ainda pelos dirigentes do MEC e do CONSED – Conselho Nacional de Secretários da Educação (Kuenzer, 2020). Entretanto, a COVID-19 mostrou que a desigualdade social entre os estudantes, ou seja, a falta de acesso a tecnologias adequadas ao estudo, bem como acesso de qualidade à internet, produziu uma elite estudantil, conforme dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), analisados pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC (2021). Revela-se assim a fragilidade de um argumento elaborado sem indícios científicos e usado no sentido de motivar mudanças pouco discutidas e analisadas por pesquisadores da área, surgindo de forma autoritária e mascarando, como aponta Frigotto (2017), uma escola sucateada e profissionais desvalorizados.

Se, por um lado, a formação em nível médio passa a propor múltiplos caminhos e estruturas, com a formação voltada para um campo do conhecimento científico focado em uma das grandes áreas (exatas, humanas, biológicas, linguagens e tecnologias), por outro, paradoxalmente, a lei não abre mão do termo “formação integral”. Esta, por sua vez, aparece entendida como “formação nos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais” (Brasil, 2017), o que, relacionado à promessa de percursos de formação personalizados, de acordo com as capacidades e planos de vida individuais, confere à nova legislação uma acentuada característica

de concepção de educação como um processo “individual” e “subjetivo”, fortemente voltado para a “profissionalização”. Desse modo, os termos também soam como modo de abrandar outros, que marcavam fortemente a identidade da LDB como “cidadania” e “formação humanista”. Entendemos que essa nova concepção de EM e de “formação integral” está em diálogo com as mudanças na conjuntura econômico-política. Laclau e Mouffe (2015) apontam que as concepções de democracia, e, segundo Brown (2018), a concepção de cidadania, têm sofrido fortes influências do neoliberalismo, o que tem implicado em sacrifício das noções anteriormente internas a esses conceitos, como soberania popular, liberdade e igualdade; e, com elas, sacrificam-se também direitos sociais em favor da desregulamentação do mercado, das relações de trabalho e das políticas públicas. Acreditamos que a referida lei opera de forma semelhante com relação à concepção de “formação integral”, esvaziando o termo de sua noção alinhada a uma formação humanista e efetivamente cidadã.

Com base no que discutimos até agora, podemos dizer que, na atual reforma, não há tempo nem espaço, ou seja, a temporalidade escolar, com uma redução do tempo de aula, minimizando o tempo-espacó para que os estudantes se perguntam: o que são as ciências? O que são os métodos científicos? Para que(m) servem as ciências? Como elas se constroem? Como são usadas para a resolução de problemas? Tende-se a restringir a formação à aplicação de técnicas, ao uso de instrumentos de trabalho e ao aprendizado mínimo de elementos do conhecimento escolar para a resolução e aplicação nas necessidades diárias. Esse sistema educacional voltado à “pedagogia da acumulação flexível”, como nomeia Kuenzer (2020), implica que “a integração entre teoria e prática se dará ao longo das trajetórias de trabalho, secundarizando-se a formação escolar, tanto de caráter geral como profissional. Justifica-se, dessa forma, propostas aligeiradas de formação” (p.61).

Esse modelo de EM, distante de uma proposta de formação cidadã, crítica e solidamente científica, aprofunda as crises de participação na vida coletiva e pública, replicando a possibilidade de outras crises sociais, como as que surgiram com a pandemia da COVID-19 em 2020, em que o falso dilema “salvar vidas e/ou salvar empregos” passou a figurar como debate público, no qual a fome e o subemprego foram usados para se pressionar contra medidas protetivas e de controle da aceleração de contágio, levando a intensos embates e posicionamentos de diferentes esferas sociais. Nesse sentido, nos perguntamos: afinal, qual o papel social do ensino de ciências para o desenvolvimento da sociedade atual? Poderia a atual pandemia, ao configurar-se também enquanto crise social, ser analisada como um problema educacional? Qual escola precisamos, a fim de olhar para os erros do passado e também projetarmos tal instituição na sua função social de ensinar, educar e socializar?

3. O Ensino de Ciências e seu papel social: articulações com a Natureza da Ciência

A partir do quadro geral apresentado na seção anterior, discutimos como o ensino de NdC poderia responder aos problemas que agravaram a crise social da pandemia e como o (Novo) Ensino Médio impacta tais possibilidades de resposta. Buscamos trazer reflexões relevantes a respeito de quais modificações nos objetivos e metodologias de ensino poderiam colaborar para uma aprendizagem ativa e crítica. Considerando a função social da escola em formar para o exercício pleno da cidadania e para o trabalho (Brasil, 1996), assim como a constatação de que os resultados das ciências permeiam inúmeros aspectos da sociedade, e que seu conhecimento é capaz de impactar a compreensão e ação dos sujeitos no mundo, refletiremos sobre como uma formação científica cidadã vai de encontro à REM. Discutiremos como o aprendizado a respeito do processo de construção do conhecimento

científico, e não somente de seus resultados ou conceitos finais, impacta a forma como as pessoas se posicionam e tomam decisões (Allchin, 2011).

Para além da crucial questão das desigualdades sociais, um dos fatores que levantamos sobre o agravamento da crise está na falta de credibilidade na ciência, inspirada pelo discurso de alguns setores conservadores (Pivaro & Girotto Júnior, 2020), que ganha expressividade social pela frágil formação escolar em ciências quanto aos métodos e metodologias de construção do conhecimento científico. A disputa de narrativas sobre a disseminação do vírus e sobre os tratamentos médicos pode induzir a interpretação pública a considerar que as controvérsias entre cientistas seriam um sinal de incompetência e de fragilidade do conhecimento científico.

Na contramão de uma formação ativa, crítica e reflexiva, de um ensino baseado em conteúdos prontos ou fragmentados, não só se perde a noção histórica da construção do conhecimento, mas, também, a oportunidade de entender os processos que levam os cientistas a chegarem a essa ou àquela conclusão, a rejeitar uma explicação e escolher outra, de se entender quais são os critérios utilizados, e mais do que isso, por que se optar por um conjunto de critérios e não por outros (Robilotta, 1988). O estímulo e a mediação de tais discussões devem ser feitos por professores em sala de aula, espaço esse que, de acordo com a REM, poderá ceder lugar a outras instituições não necessariamente voltadas ao ensino, como discutimos anteriormente, o que representa um sério risco às possibilidades de formação científica mais ampla para os estudantes. A nosso ver, as disciplinas de ciências, mediadas pelo professor, podem fornecer conhecimentos e instrumentos para a compreensão de que controvérsias e mudanças de posição são fatores não só normais, mas essenciais para o fazer científico. Tais conhecimentos possibilitariam uma ativa participação da população, que poderia racionalizar sobre e com as ciências nas suas

descobertas, sabendo opinar contra e a favor de narrativas informacionais veiculadas por diversos meios de comunicação. O professor, nesse modelo, propõe atividades voltadas especificamente para o conhecimento de ciências, seleciona os conhecimentos, organiza, classifica, diagnostica processos, altera percursos diante das dificuldades e possibilidades apresentadas pelos alunos.

Dentro da área de ensino de ciências, a Natureza da Ciência (NdC) é uma importante perspectiva que destaca a preocupação com o aprendizado de ciências, além dos conteúdos prontos e resultados finais, visando também à compreensão da forma de construção desse conhecimento, seus possíveis impactos, e como se posicionar de forma cidadã. Tal conceito, que ganhou destaque entre diversos pesquisadores (Mccomas, 1998; Lederman et al., 2002; Osborne et al., 2003; Irzik 7Nola, 2011; Allchin, 2011; Abd-el-khalick, 2012; Hodson, 2014), devido à presença da NdC em documentos oficiais que norteiam e regulam a educação em países como os Estados Unidos e a Grã-Bretanha, expressando a necessidade de que os estudantes aprendam não apenas os conteúdos “internos” às ciências, mas também outros elementos, como, por exemplo, sua forma de construção e fatores sociais ou políticos que as influenciam (Moura, 2014). Embora a terminologia “natureza da ciência” não apareça explicitamente nas leis que regem a educação no nosso país, diversos pesquisadores na área de ensino de ciências reconhecem a importância de seu ensino, de forma que tal conceito tem recebido destaque também em publicações nacionais (Machado & Nardi, 2006; Braga & Medina, 2010; Almeida & Farias, 2011; Martins, 2015; Bejarano et al., 2019; Mendonça, 2020; Cedran, et al., 2022). Tal conceito é construído tendo por base principalmente os conhecimentos das áreas de história, filosofia e sociologia da ciência, de forma que muitos autores consideram essencial que elas também apareçam de forma explícita ao se ensinar NdC na escola (Bejarano, et al., 2019).

Embora haja divergência de opiniões na literatura a respeito de como se deve abordar o ensino de NdC em sala de aula, alguns autores (Zapata Peña, 2016; Mendonça, 2020) têm defendido que a melhor forma seja pela contextualização, recorrendo ao ensino por investigação ou aos estudos de casos históricos ou contemporâneos. Estimula-se assim a reflexão dos estudantes, com o auxílio do professor, a fim de se compreender o processo metodológico pelo qual se chega à determinada conclusão científica, qual seu grau de confiabilidade, e quais fatores influenciaram esse processo ao longo do tempo, com o objetivo de que assim possam progressivamente ser capazes de utilizar tais conhecimentos para avaliar situações reais, que exijam um conhecimento das e sobre as ciências.

Nessa perspectiva, as iniciativas por ensino de NdC são pensadas para serem trabalhadas a partir de situações concretas que requerem conhecimentos científicos. Tais conhecimentos científicos, por sua vez, devem efetivamente ser utilizados pelos estudantes fora da sala de aula, para ler e agir no mundo. No contexto da pandemia da COVID-19, se multiplicaram as situações concretas onde conhecimentos científicos se mostraram essenciais para a compreensão dos fatores envolvidos: compreender o conceito de média móvel de casos; o uso de máscaras e como a utilização correta influencia sua eficácia; características biológicas do novo coronavírus; relações com as formas de contágio e produção de anticorpos; a bioquímica do vírus, suas variantes e suas formas de surgimento, as relações com o caráter de desinfecção de produtos de limpeza que o eliminam ou não. Esses e inúmeros outros exemplos mostram como a escola pode trabalhar assuntos que impactam diretamente a compreensão de fatores importantes na aderência ou não das pessoas em relação aos protocolos sanitários de saúde, concomitantemente, rememoram a presença e importância das ciências e da educação escolar no cotidiano. Tais temáticas trazem também a própria noção da função da

NdC, que está na sua potencialidade de resolução de problemas, como discute Rubem Alves em seu livro intitulado *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras*, o autor reflete que “A gente pensa porque as coisas não vão bem – alguma coisa incomoda. Quando tudo vai bem, a gente não pensa, mas simplesmente goza e usufrui...” (Alves, 1981, p.18).

Reconhecemos que um dos papéis da escola é mediar (material, pedagógica e politicamente) a apropriação dos estudantes no aprendizado de como utilizar o conhecimento científico para resolver problemas, tanto individuais como sociais. Sendo assim, não é somente o fato de terminologias como “natureza da ciência” não aparecerem de forma explícita na REM que mostra como tal lei se distancia da concepção de educação científica que defendemos aqui. Como discutimos, toda sua concepção nos faz projetar como produto final de sua execução uma precarização ainda maior, na contramão de uma formação integral e cidadã das juventudes.

Seguindo no aprofundamento das discussões de uma concepção de educação científica para a participação cidadã, ressaltamos que outra característica importante acerca do conceito de natureza da ciência é sua interdependência com as áreas de História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Nesse sentido, a fim de nos aproximarmos de autores oriundos de tais áreas, analisaremos as possíveis contribuições do filósofo francês Gaston Bachelard (1996) para as discussões às quais nos propomos neste trabalho. Na mesma linha do argumento que construímos, acerca da necessidade de não se ensinar apenas os resultados finais das teorias, os conteúdos prontos, Bachelard destaca como é necessário que o estudante possua motivos para alterar seus sistemas explicativos, para superar seus obstáculos ou concepções alternativas. Assim, como diz Lopes, a partir de Bachelard, é desejável que se trabalhe para que haja a “substituição de um saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico” (Lopes, 1993, p.325).

Bachelard (1996) destaca ainda como isso não pode ser alcançado ensinando-se apenas os resultados finais das teorias, de forma que vemos aqui uma confluência entre as ideias de Bachelard e dos autores que tratam do ensino de NdC de forma contextual. O filósofo francês destaca as dificuldades desse processo, no entanto, ressalta que um ensino efetivamente científico não é possível caso este seja baseado somente nos resultados finais, e que o aluno só guarda o que comprehende. Caso não seja trabalhada a forma de construção do conhecimento, o aluno associa os resultados a razões e justificativas pessoais (Bachelard, 1996). Tal elaboração psicológica entre razões pessoais e conhecimento científico desencadeia a construção incorreta dos problemas, levando o estudante a justificar os resultados por meio de ideias preconcebidas e de desejos pessoais. Novamente, observamos a relação entre vida, ciências e educação. O ensino de ciências deve conduzir o indivíduo a um afastamento de suas vontades estritamente pessoais para olhar o objeto partindo de conceitos e problematizações científicas. A educação na sociedade ocidental implica na interferência direta na formação dos sujeitos, atuando numa intrincada dialética entre subjetividade e coletividade.

Outro ponto do fazer científico que acreditamos poder ser melhor compreendido a partir de Bachelard é a questão da importância do erro na construção do conhecimento científico. Para o autor, todo conhecimento vem através de rupturas, de retificações de erros. Só se atinge um conhecimento novo quando se percebe os erros cometidos anteriormente, as limitações que certo conjunto de explicações possuíam face às explicações novas que as retificam. Dessa forma, o erro, que normalmente é visto como algo negativo, que deveria ser evitado, e que poderia muitas vezes até mesmo ser visto como sinônimo de incompetência, para Bachelard, não só é inevitável como é inclusive positivo, como destaca Lopes (1996) a partir de Canguilhem

(1972) e Cedran et al. (2022). Cabe ressaltar que outros autores também destacam a importância do erro na construção do conhecimento científico, da formação de professores, e do ensino (Slisko, 2020). No entanto, diversos setores da sociedade desconhecem o papel positivo do erro, constituindo-se assim em possível combustível para o crescente discurso de desvalorização do conhecimento científico por parte de alguns grupos. Isso ganhou destaque especialmente no contexto da pandemia da COVID-19, em que a retificação do conhecimento científico acerca dessa doença ocorreu com bastante frequência, especialmente nas fases iniciais de sua construção. Devido ao grande impacto que a pandemia causou no cotidiano de diversas pessoas pelo mundo, as retificações que esses conhecimentos sofrem foram divulgadas com uma publicidade muito maior do que em outros contextos, evidenciando a transitoriedade do conhecimento científico.

É importante destacar ainda a interdisciplinaridade com as ciências humanas nesse processo. Como destaca Carneiro (2018), diversas pesquisas na área de Ensino de Ciências tratam da importância da interdisciplinaridade para o aprendizado dos estudantes nessa área do conhecimento, no entanto, queremos dar especial destaque à interdisciplinaridade entre as ciências da natureza e as ciências humanas. São as ciências humanas, como a Sociologia, a Filosofia e a História, as áreas que se especializaram em estudos sobre a natureza da ciência. São próprias a tais ciências as perguntas: O que define as ciências? Quais são os métodos científicos? Ou mesmo, o que é ética no fazer científico? Tais discussões são necessárias à formação em ciências e às discussões políticas e sociais, o que reafirma a necessidade de pensar as ciências para além das divisões disciplinares. Como exemplo, consideremos a produção de fake news. Em entrevista ao Jornal Estado de Minas, o Prof. Dr. Yuriij Castelfranchi, do Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG, refletindo sobre a dificuldade

do combate às fake news, cita como a falta de informação nem sempre é o principal problema a ser combatido, pois muitas vezes pessoas, inclusive com nível superior, simplesmente não checam certas informações, particularmente “quando se referem a questões do lado moral ou político dessas pessoas. Cada uma checa aquilo que pertence a uma ideologia adversária, mas não checa o que confirma seus preconceitos, crenças ou ódios” (Castelfranchi, 2020).

Nesse sentido, entendemos que, assim como a aderência às fake news não tem necessariamente a falta de acesso à informação como sua principal origem, a postura de desconfiança quanto a algumas afirmações dos cientistas também não é resolvida simplesmente através de uma melhor formação em ciências naturais. Ainda no contexto do surgimento da COVID-19, vimos que, em um curto período de tempo, a população teve que tomar decisões a respeito de acatar ou não as indicações dos médicos e cientistas e acreditar ou não em suas afirmações, muitas vezes iam contra desejos e visões pessoais. Nesse contexto, destaca-se o papel da sociologia, que tem como um dos objetivos principais a desnaturalização do mundo e das coisas (Carvalho filho, 2014). Não ver como “natural” sua própria visão política, suas crenças, sua ideologia, é um passo importante para que alguém esteja disposto a questionar suas convicções e procurar informações científicas para conduzir tal processo, e são as ciências humanas que fornecem as ferramentas para isso.

Cabe destacar, no entanto, que o ensino de NdC, em relação interdisciplinar com as ciências humanas, conforme discutimos nesse trabalho, só pode ser feito em um ambiente escolar fortalecido, onde a sala de aula, o tempo de discussão, o aprendizado das disciplinas e os professores sejam valorizados, em oposição à fragmentação dos espaços e enxugamento do tempo de formação voltado aos conhecimentos científicos que vemos indicado na Reforma do Ensino Médio.

4. Considerações Finais

Neste trabalho, buscamos discutir as relações entre a crise de saúde pública que vivemos no contexto da pandemia da COVID-19 e os possíveis caminhos pelos quais o Ensino de Ciências na educação básica poderia colaborar para a construção de reflexões sobre os diversos fatores associados a essa complexa situação. Entendemos que as disciplinas do currículo do EM, tanto no seu formato tradicional, propedêutico e modular, quanto a fragmentação dos tempos e locais de aprendizado introduzidas pela REM, impactam a educação no Brasil de forma geral, e o ensino de ciências, em particular, de modo negativo, não construindo nos sujeitos conhecimentos e habilidades científicas necessárias à vida social e profissional. Em seguida, discutimos as concepções de educação científica que julgamos profícuas para colaborar com a construção de uma sociedade mais apta a se posicionar de maneira informada sobre os diversos temas onde o conhecimento científico é requisitado.

Apoiamo-nos, assim, no conceito de NdC e em contribuições da Filosofia da Ciência para discutir como uma formação voltada à cidadania deve incluir a compreensão dos conhecimentos essenciais na contemporaneidade, e quais fatores históricos, sociais, políticos e ambientais os influenciam. A análise do contexto atual mostra que políticas públicas nas áreas de saúde, combate às desigualdades sociais, fortalecimento de princípios da democracia e educação básica constituem, junto às ciências e à tecnologia, um mesmo tecido social que, entrelaçados, permeiam nossos problemas coletivos e, também, suas soluções possíveis.

O ensino formal ainda é a principal fonte e espaço para a construção coletiva de conhecimentos sobre as ciências. Em uma sociedade cujo acesso à informação tem crescido, vemos que isso não é suficiente se esta não for discutida de forma

crítica, analisada em suas múltiplas relações, apoiando-se no conhecimento historicamente construído pelas diversas ciências (naturais, exatas, humanas, da saúde...). É papel da escola, apoiada pelas políticas públicas de Estado, auxiliar na formação integral de crianças, jovens e adultos, para que, coletivamente, possamos lidar com a complexidade dos desafios que já encontrávamos em nossa sociedade e que foram agravados no contexto da pandemia da COVID-19.

A precarização da formação escolar, em particular da formação em ciências, pode trazer diversos riscos à sociedade, como na crise de saúde da COVID-19. Tal contexto mostrou que não podemos prescindir de conhecimentos das e sobre as ciências para que possamos enfrentar esse e diversos outros desafios, em que a vida em coletividade se torna evidente, particularmente quando vemos que o problema educacional brasileiro traz diversas consequências sociais, indo muito além dos índices que medem o aprendizado individual de conteúdos disciplinares, mas impactando também a saúde e o cotidiano de trabalho.

5. Referências

- Abd-El-Khalick, F. (2012) Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring conflations and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.629013>
- Aguiar, M. A. A. S.; Dourado, L. F. (Orgs.). (2018) *A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas*. ANPAE. Disponível em: <<https://www.anpae.org.br/BibliotecaVirtual/4-Publicacoes/BNCC-VERSAO-FINAL.pdf>>. Visitado em: 01-07-2022.
- Allchin, D.J. (2011) Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95, 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Almeida, A. V., & Farias, C. R. de O. (2016). A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES:

- REFLEXÕES A PARTIR DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 16(3), 473–488. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/222>
- Alves, R. (1981). *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*. Editora Brasiliense.
- Bachelard, G. A. (1996). *A formação do espírito científico*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Contraponto Editora.
- Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A., & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 967–982. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008>
- Brasil. Lei 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm.
- Brasil. (1988). Institui as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TzC2Mb/content/id/51281622.
- Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- Brasil. (1996). LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm
- Brown, W. (2018). *Cidadania Sacrificial: Neoliberalismo, capital humano e políticas de austeridade*. Zazie Edições.
- Canguilhem, G. (1972). Sobre Uma Epistemologia Concordatária. *Revista Tempo Brasileiro*, n. 28, pp. 47-56. Rio De Janeiro.
- Cardoso, D., & Gurgel, I. (2019). Por uma educação científica que problematize a mídia. *Linhas Críticas*, 25, e 19850. <https://doi.org/10.26512/lc.v25.2019.19850>
- Carneiro, G. do A., Cardoso Ferreira, C. R., Pansera, F. C., y Beduschi, R. S. (2018). Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(1), 73–85. <https://doi.org/10.14483/23464712.11961>
- Carvalho Filho, J. L. de. (2014). O ensino de sociologia como problema epistemológico e sociológico. *Educação & Realidade*, 39(1), 59–80.
- Castelfranchi, Y. (2000). UFMG investe em força-tarefa contra as fake news. [Entrevista concedida a] Luiz Ribeiro. *Estado de Minas*. Belo, Horizonte.
- Cedran, D. P., Lino, A., Neves, M. C. D., y Kiouranis, N. M. M. (2017). A natureza da ciência e o erro: reflexões sobre o conto “ótima é a água” por alunos de ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12(1), 43–56. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2017.v12n1.a3>
- Ferreira, E. B. (2017). A Contrarreforma Do Ensino Médio No Contexto Da Nova Ordem E Progresso. *Educação & Sociedade*, 38(139), 293–308. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302017176594>
- Frigotto, G. (2017). Reforma do ensino médio do (des) governo de turno: decreta-se uma escola para os ricos e outra para os pobres. *Movimento-Revista De educação*, (5). <https://doi.org/10.22409/mov.v0i5.32621>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Editora Atlas.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in science curriculum: origin, development, implications and shifting emphasis. In: Matthews, M. (ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Springer. Dordrecht: Holanda, pp. 911-970.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). *Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios Contínua*. Rio de Janeiro.
- IBEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2021). *Acesso à internet residencial dos estudantes. Série desafios para a universalização da internet no Brasil*. São Paulo, 1-27.

- Irzik, G., Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Sci & Educ*, 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Kuenzer, A. Z. (2020). Sistema educacional e a formação de trabalhadores: a desqualificação do Ensino Médio Flexível. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(1), 57–66. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020251.28982019>
- Kuenzer, A. Z. (2017). Trabalho E Escola: A Flexibilização do Ensino Médio no Contexto do Regime de Acumulação Flexível. *Educação & Sociedade*, 38(139), 331–354. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302017177723>
- Laclau, E; Mouffe, C. (2015) *Hegemonia e estratégia socialista: por uma política democrática radical*. Editora Intermeios.
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002, July 1). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *J. Res. Sci. Teaching*, 39(6), 497–521. Retrieved June 9, 2024, from <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lima, M., & Maciel, S. L. (2018). A reforma do Ensino Médio do governo Temer: corrosão do direito à educação no contexto de crise do capital no Brasil. *Revista Brasileira De Educação*, 23, e230058. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782018230058>
- Lopes, A. R. C. (1993). Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias, Barcelona*, 11(3), 324-330. 1993.
- Lopes, A. R. C. (1996). Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 13(3), 248–273. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049>
- Machado, D. I., & Nardi, R. (2006). Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 28(4), 473–485. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400010>
- Mars, A. (2018). Como a desinformação influenciou nas eleições presidenciais? *El País*. Nova York, 25 fev.
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em "temas" e "questões". *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 32(3), 703–737. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>
- Mccomas, W. F. (org.) (1998). *The nature of science in science education*. Springer. Dordrecht: Holanda.
- Braga, M. A. B., & Medina, M. N. (2010). O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 27(2), 313–333. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n2p313>
- Mendonça, P. C. C. (2020). De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? *Ciência & Educação (Bauru)*, 26, e20003. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200003>
- Moura, B. A. (2014). O que é a 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/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=51
- Osborne J, Collins S, Ratcliffe M et al (2003) What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *J Res Sci Teach* 40(7):692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Pivaro, G. F. & Girotto Júnior, G. (2020). O ataque organizado à ciência como forma de manipulação: do aquecimento global ao coronavírus. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 37(3), 1074–1098. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1074>
- Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. de. (2013). *Metodología do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale.
- Ramos, F. R. O.; Heinsfeld, B. D. S. S. (2017) Reforma do ensino médio de 2017 (Lei nº 13.415/2017): um estímulo à visão utilitarista do conhecimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. 18284-18300., Curitiba, Anais, PUCPR. https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24107_11975.pdf
- Ramos, M. N., & Frigotto, G. (2017). Medida Provisória 746/2016: a contra-reforma do ensino médio do

- golpe de estado de 31 de agosto de 2016. *Revista HISTEDBR On-Line*, 16(70), 30–48. <https://doi.org/10.20396/rho.v16i70.8649207>
- Robilotta, M. R. (1988). O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5, 7-22. Florianópolis, DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Sasseron, L. H. (2018). Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 18(3), 1061–1085. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>
- Slisko, J. (2020). What students can learn from Fibonacci's error in solving "The lion in the pit" problem. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(2), 216–238. <https://doi.org/10.14483/23464712.16041>
- Toledo, L. F. (2017). Reforma do ensino médio esbarra em falta de estrutura e recursos. *O Estado de São Paulo*.
- Zapata Peña, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 11(2), 193–211. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3>
- Zylbersztajn, A. Concepções Espontâneas Em Física: Exemplos em Dinâmica e Implicações Para o Ensino. *Revista de Ensino de Física*, 5(2), 3-16. <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a09.pdf>



[312]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 19, No. 2 (mayo - agosto, 2024), pp. 298-312



**CONHECIMENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO NA FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: ESTADO DO CONHECIMENTO**

**PEDAGOGICAL TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE OF CONTENT IN THE INITIAL
TRAINING OF SCIENCE TEACHERS: STATE OF KNOWLEDGE**

**CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DE CONTENIDOS EN
LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS: ESTADO DEL
CONOCIMIENTO**

Laís Gottardo* , **Paula Vanessa Bervian**** 

Cómo citar este artículo: Gottardo, L., Bervian. P.V. (2024). Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo na formação inicial de professores de Ciências: estado do conhecimento. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 313-326. <https://doi.org/10.14483/23464712.20021>

Resumo

O objetivo da presente pesquisa é investigar como o marco de referencia sobre o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (CPTC), e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), estão a cada vez mais presentes no cotidiano e consequentemente no ambiente escolar. Esse contexto vem a se tornar um desafio em termos de ensino, visto que o professor precisa se adequar a esta realidade, buscando inserir as TICs em sua prática pedagógica. Essa inserção precisa ser de forma eficaz e com o objetivo de contribuir para o efetivo aprendizado de seus alunos, destacando que ela por si só não é efetiva e nem significa melhoria no processo de ensino. Compreendemos que a inserção das TIC em sala de aula não pode ter um olhar conteúdo e a Constituição do Conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo são abordados na formação inicial de professores de Ciências. Esta pesquisa constitui-se como qualitativa, do tipo estado do conhecimento, na qual o corpus de análise é formado por quatro teses e duas dissertações encontradas do Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. O procedimento de análise foi a Análise Temática de Conteúdo, que perpassa as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação. As categorias foram definidas a posteriori a partir da leitura do material e destaque de unidades de contexto: 1. Compreensões sobre as TIC na formação inicial de professores; 2. Características do marco de referencia TPACK. Evidenciamos que na formação inicial de professores de Ciências as Tecnologias da Informação e

Recibido: 12 de octubre de 2022; aprobado: 18 de abril 2024

* Mestre em Ensino de Ciências,Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil. laisgottardo@gmail.com

** Doutora em Educação em Ciências. Universidade Federal da Fronteira Sul. Brasil. paula.bervian@uffs.edu.br

Comunicação são consideradas tanto ferramentas de apoio ao professor, como ferramentas cognitivas que colaboram para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, ainda não são tratadas como centro do processo pedagógico. O TPACK é abordado em duas perspectivas, a perspectiva conceitual e a perspectiva operacional, bem como apresenta instrumentos distintos para sua avaliação. A partir dos resultados obtidos consideramos relevante ampliar o entendimento das Tecnologias da Informação e Comunicação, de ferramentas de apoio para ferramentas cognitivas, pensando no seu potencial como instrumentos culturais. Bem como, apontamos o campo da formação inicial em Ciências como propício para mais pesquisas sobre a temática, devido ao número reduzido de pesquisas com este enfoque.

Palavras chave: TPACK. Ensino de Ciências. Tecnologias da Informação e comunicação. Formação de professores.

Abstract

The objective of this research is to investigate how the marco de referencia of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and the Information and Communication Technologies (ICTs) are increasingly present in everyday life and, consequently, in the school environment. This research is qualitative, in the form of a state of knowledge, in which the analysis corpus consists of four theses and two dissertations found in the Thesis and Dissertation Bank of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Brazil. The analysis procedure was thematic content analysis, which involves the stages of pre-analysis, material exploration, result processing, and interpretation. The categories were defined a posteriori based on the reading of the material and were highlighted from the context units: 1. Understandings about ICT in initial teacher training; 2. Characteristics of the TPACK marco de referencia. We show that in the initial training of science teachers, Information and Communication Technologies are considered both support tools for the teacher and cognitive tools that contribute to the development of students' knowledge, yet they are not treated as the core of the pedagogical process. TPACK is addressed from two perspectives, the conceptual perspective and the operational perspective, and it also presents different instruments for its evaluation. Based on the results obtained, we consider it relevant to expand the understanding of Information and Communication Technologies, shifting from support tools to cognitive tools, considering their potential as cultural instruments. Additionally, we identify the field of initial science education as conducive to further research on the topic due to the limited number of studies with this focus.

Keywords: TPACK. science teaching. Information and communication technologies. teacher training.

Resumen

El objetivo de esta investigación es estudiar cómo se aborda desde el marco del conocimiento pedagógico y tecnológico de los contenidos (CPTC), a las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) que están cada vez más presentes en la formación inicial de los profesores de ciencias. Esta investigación es de tipo cualitativa, un estado de conocimiento, en la que el corpus de análisis consta de cuatro tesis y dos disertaciones encontradas en el Banco de Tesis y Disertaciones

de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior, Brasil. El procedimiento de análisis fue el análisis de contenido temático, que pasa por las etapas de pre-análisis, exploración del material, tratamiento de los resultados e interpretación. Las categorías se definieron a posteriori a partir de la lectura del material y se destacaron de las unidades de contexto: 1. Entendimientos sobre las TIC en la formación inicial del profesorado; 2. Características del marco TPACK. Mostramos que, en la formación inicial de los profesores de ciencias, las Tecnologías de la Información y la Comunicación se consideran tanto herramientas de apoyo al docente, como herramientas cognitivas que contribuyen al desarrollo en el conocimiento de los estudiantes, aún no son tratadas como el centro del proceso pedagógico. El TPACK se aborda desde dos perspectivas, la perspectiva conceptual y la perspectiva operativa, así como presenta distintos instrumentos para su evaluación. A partir de los resultados obtenidos, consideramos relevante ampliar la comprensión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, pasando de herramientas de apoyo a herramientas cognitivas, pensando en su potencial como instrumentos culturales. Además, señalamos el campo de la formación inicial en Ciencias como propicio para una mayor investigación sobre el tema, debido al reducido número de investigaciones con este enfoque.

Palabras clave: TPACK. Enseñanza de las ciencias. Tecnologías de la información y la comunicación. formación del profesorado.

1. Introdução

Atualmente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão cada vez mais presentes no cotidiano e consequentemente no ambiente escolar. Esse contexto vem a se tornar um desafio em termos de ensino, visto que o professor precisa se adequar a esta realidade, buscando inserir as TIC em sua prática pedagógica. Essa inserção precisa ser de forma eficaz e com o objetivo de contribuir para o efetivo aprendizado de seus alunos, destacando que ela por si só não é efetiva e nem significa melhoria no processo de ensino. Compreendemos que a inserção das TIC em sala de aula não pode ter um olhar direcionado para a tecnologia por si só, bem como o professor necessita mais do que conhecer a tecnologia e seu funcionamento para realizar um trabalho com as TIC.

Neste contexto, o marco de referencia TPACK (Conhecimento Tecnológico Pedagógico de

Conteúdo) proposto por Mishra e Koehler (2006), insere as tecnologias como um dentre os três conhecimentos de base para o exercício da docência. Desta forma, incorporar as TIC conforme as premissas do marco de referencia TPACK nos processos de ensino e aprendizagem é pensar em um trabalho com a tecnologia, não para a tecnologia (Kurtz, 2015).

A relação entre as TIC, oTPACK e a formação inicial de professores de Ciências ainda apresenta poucos estudos no contexto brasileiro, o que fica evidente nos trabalhos de Silva e Goulart (2019), Ribeiro e Piedade (2021), que apresentam como argumento o fato de “ A baixa incidência de estudos na área da formação inicial vem acompanhada de discussões sobre a falta de incentivo das universidades para uma formação adequada em tecnologias.” (Ribeiro & Piedade, 2021, p. 22).

Nesse sentido, a presente pesquisa é importante pois, investigar aspectos relacionados às TICs e ao marco de referencia TPACK nos cursos de

formação inicial é fundamental para compreender as limitações, contribuições e as possibilidades pedagógicas que podem emergir a partir de estudos deste tema. Pesquisar esta temática contribui para compreender o uso das tecnologias, o que propicia aprimorar seu potencial educativo pensando em práticas inovadoras e aprofundar as compreensões sobre este modelo (Nakashima & Piconez, 2016).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi investigar como o marco de referencia TPACK e a constituição do TPACK são abordados na formação inicial de professores de Ciências. Desta forma, realizar um estudo do conhecimento sobre a temática em contexto brasileiro, propicia compreender as principais contribuições destas pesquisas para a área de Ensino de Ciências, para a formação de professores e suas práticas pedagógicas.

2. Estrutura teórica

As TIC referem-se à “conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações [...].” (Miranda, 2007, p. 43). Desta forma, são compreendidas como a variedade de meios computacionais presentes na sociedade (Marin et al., 2019). Porém, pensar as TIC no contexto educacional vai muito além de uma percepção instrumentalista, da tecnologia como ferramenta de apoio, essa visão restringe a tecnologia e seu potencial. Compreendemos as TIC como instrumentos culturais (Freitas, 2008). Ainda destacamos que “[...] as TIC nos processos de ensino e de aprendizagem são problemáticas atuais que fazem parte do contexto educativo e a sua temática tem relevância nas interações sociais.” (Bervian & Pansera-Araújo, 2019, p. 132). Assim,

computador e internet são instrumentos tecnológicos construídos pelo homem que não se constituem em meras máquinas. Não se equivalem a recursos como uma máquina de escrever, um retroprojetor que pode funcionar como recursos didáticos para o professor. Eles vão muito além disso. São de fato mediadores

de um conhecimento enquanto ferramenta material, mas, principalmente, são mediadores do conhecimento enquanto um instrumento simbólico, um instrumento de linguagem e permitem a mediação com o outro, com outras pessoas de forma não presencial. (Freitas, 2008, p. 11).

Nesse sentido, a relação do professor com a tecnologia se torna primordial, uma vez que pela sua intermediação desses instrumentos culturais, é capaz de auxiliar na construção dos conhecimentos. Mas essa relação não será possível “se a visão utilitarista (aprender “sobre”) as TIC continuar vigorando de modo quase exclusivo nas escolas e mesmo nos cursos de licenciatura.” (Kurtz, 2016, p. 10). Mishra e Koehler (2006) cientes da importância das tecnologias para a profissão docente, sugeriram o marco de referencia TPACK¹ (Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo). O marco de referencia TPACK propõe a articulação entre os três conhecimentos de base: tecnológico, pedagógico e conteúdo, bem como suas intersecções e o contexto.

A base para o marco de referencia TPACK está no Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK) de Shulman (1987), este apresentou dois conhecimentos essenciais para o professor: o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico, no qual “permite a compreensão de como determinados temas se organizam e são adaptados aos diferentes interesses e habilidades dos estudantes.” (Nakashima & Piconez, 2016, p. 3).

O marco de referencia TPACK integra a esses dois conhecimentos o conhecimento tecnológico, com o intuito de apresentar os conhecimentos necessários ao docente quando em um trabalho com as TIC. Esse marco de referencia se conceitua como “base do bem ensinar com tecnologia e requer uma compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias e técnicas pedagógicas

1. Technological Pedagogical Content Knowledge, nomenclatura original em língua inglesa.

que usam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdo."(Mishra & Koehler 2006, p. 1029). Ainda o marco de referencia TPACK é "uma abordagem para projetar e ensinar um tema em que enfatiza conexões, interações, suprimentos e restrições entre conteúdo, pedagogia e tecnologia." (Candela, 2017, p. 160).

No marco de referencia TPACK os conhecimentos apresentam a sua relação em pares: Conhecimento Tecnológico (TK), Conhecimento Pedagógico (PK) e Conhecimento de Conteúdo (CK) "ao trazer a representação de três grandes domínios, Conteúdo, Pedagogia e Tecnologia em círculos de iguais dimensões, o TPACK sugere uma equidade de cada um destes conhecimentos na integração de tecnologias na educação." (Espíndola & Gianella, 2019, p.18).

A partir das relações entre os três conhecimentos, emergem as intersecções: Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK), Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK) Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) que resultam no TPACK. Os quais conforme Oliveira (2017) compreendem:

PCK- Conhecimento pedagógico do conteúdo: O conhecimento sobre as estratégias de ensino a serem utilizadas para trabalhar determinado conteúdo. TCK - Conhecimento tecnológico de conteúdo: o conhecimento de qual tecnologia pode ser mais adequada para o ensino de determinado conteúdo. Conhecer quais tecnologias facilitam e quais não o ensino e a aprendizagem. TPK - Conhecimento tecnológico pedagógico: conhecimento de como as TIC podem ser usadas nas estratégias pedagógicas do professor. PACK - Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: Conhecimento das estratégias para ensinar um conteúdo com integração das TIC. "é o conhecimento sobre as complexas relações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, que permitem aos professores desenvolverem estratégias de ensino adequadas e contextuais" (OLIVEIRA, 2017, p. 71).

Do marco de referencia TPACK emerge o TPACK, um conhecimento que não se resume a compreender cada um dos conhecimentos separadamente, mas sim conhecer formas de trabalhar os três em articulação conforme o contexto, "o TPACK nos leva a refletir nas escolhas que devemos fazer, como professores, todos os dias. Ele nos traz elementos fundamentais para a reflexão do que ensinar, com que estratégia e com qual recurso."(Pessoa & Costa, 2015, p. 7).

As TIC são apontadas como um novo conhecimento, que possui uma epistemologia própria e que necessita aprendizado sobre (Espíndola & Gianella, 2019). Assim, desde a formação inicial os professores precisam ter subsídios para pensar nas TIC não como uma ferramenta isolada. Conforme os autores Espíndola e Gianella (2019) as TIC fazem parte de um processo de ensino, quando intermediada de forma crítica pelo professor e usada juntamente com os demais conhecimentos apresenta grande potencial. Partindo do entendimento de que "[...] desde o início da sua formação estar em contato direto com as tecnologias não apenas de forma técnica, mas principalmente pedagógica, para que possa de fato, inserir os recursos tecnológicos em sua prática." (Nogueira et al., 2013, p. 4).

Visto que é na formação inicial que os profissionais desenvolvem muitos dos conhecimentos profissionais que vão utilizar durante sua caminhada profissional, pois,

[...] é justamente durante a formação inicial que os saberes docentes requerem um intenso investimento, contribuindo para preparar o futuro professor, de modo que este consiga começar a atuar na profissão, ampliando gradativamente seu grau de autonomia para lidar com as situações que permeiam a escola de modo geral. Investir na apropriação de saberes na formação inicial não garante o sucesso ao exercer a profissão da docência, mas, proporcionará ao futuro professor

um referencial de base que atenda as demandas que a profissão exige. (Block & Rausch, 2014, p. 250).

A integração curricular das TIC na formação inicial de professores com base nas premissas do marco de referencia TPACK, é considerada ideal, pois o TPACK aborda o equilíbrio entre os conhecimentos chave do professor, propiciando ao professor construir habilidades sobre o uso de tecnologia de forma crítica e inovadora (Ribeiro & Piedade, 2021). Sendo que o trabalho com a tecnologia vai além de compreender a ferramenta, é preciso compreender o papel do instrumento dentro da relação de ensino e aprendizagem, com isso constituir o conhecimento TPACK dos professores. Desta forma

a introdução do pensamento segundo o TPACK na formação dos professores de ciências pode agregar importantes habilidades para este docente. A inserção do TPACK na formação docente poderá estimular o futuro professor de Ciências a realizar reflexões sobre quais são os melhores caminhos para estimular o aprendizado de seus estudantes. Outra possibilidade é fortalecer uma perspectiva de construção dos conhecimentos em ciências, perspectiva de ensino que se alinha mais na gênese dos conhecimentos científicos quando comparada às práticas de ensino que vemos na maioria das escolas brasileiras. (Pessoa, Costa, 2015, p. 7).

3. Metodologia

Esta pesquisa se constitui como qualitativa, considerado um estudo de revisão bibliográfica do tipo estado do conhecimento conforme os pressupostos de Romanowski e Ens (2006). Este tipo de pesquisa configura-se como “[...] identificación, registro, categorización que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos,

teses, dissertações e livros sobre uma temática específica.” (Morosini & Fernandes, 2014, p. 156).

O corpus de análise foi constituído por teses e dissertações sobre o TPACK na formação inicial de professores de Ciências, presentes no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES²). A busca foi realizada a partir dos descritores: “Formação inicial” AND “Ciências” AND “TPACK” AND “professores”, na qual se realizou uma busca avançada de trabalhos que apresentavam estes descritores ao longo de todo o texto. Não foi delimitado período de tempo. Como critérios de inclusão utilizamos: pesquisa com foco na formação inicial e ter sido realizada nos cursos de Ciências e/ou Ciências Biológicas.

No Banco de Teses da Capes, foram encontradas 12 teses e dissertações, 10 correspondiam a formação inicial, as demais apresentavam pesquisas com foco exclusivo na formação continuada. Destas, seis correspondiam ao critério de ter como foco os cursos de Ciências e/ou Ciências Biológicas. Com isso, o corpus de análise se constituiu de seis pesquisas, sendo quatro Teses e duas Dissertações. Para fazer referência a tipologia das pesquisas, utilizamos D para Dissertação e T para Tese (Quadro 1). Estas foram nomeadas com a letra P, referente a palavra pesquisa, seguidas de um número de 1 a 6. Os preceitos éticos da pesquisa foram respeitados tendo em vista que estas Teses e Dissertações são informações públicas.

As etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação foram utilizadas para realizar a análise temática de conteúdo (ATC) (Ludke & André, 2013) das teses e dissertações. Na etapa de pré-análise foi realizada a seleção das teses e dissertações para compor o corpus de análise. Por meio da leitura flutuante dos resumos selecionamos aquelas que correspondiam aos critérios de seleção.

² Acesso realizado na plataforma pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFé).

Durante a etapa de exploração do material foi realizada a codificação do corpus de análise, no qual cada trabalho foi identificado com a letra P seguido de um número de 1 a 6. Bem como, foi analisada a frequência das Unidades de registro: TPACK/ CTPC³, TIC/TDIC/Tecnologia⁴. Para posterior análise no contexto em que esses termos são empregados e seleção das unidades de contexto.

A terceira etapa, tratamento dos resultados e interpretação constituiu-se pela escolha das categorias de análise a partir da leitura dos trabalhos e demarcação das unidades de contexto, as unidades de contexto destacadas ao longo do texto foram escritas entre aspas e em itálico, a fim de diferenciar do restante do texto. As categorias foram definidas a posteriori. Assim, as categorias de análise que emergiram foram: 1. Compreensões sobre as TIC na formação inicial de professores; 2. Características do marco de referencia TPACK.

4. Resultados e Discussão

A partir da análise das unidades de registro no contexto em que estavam inseridas, chegamos às unidades de contexto presentes nas pesquisas, partindo destas unidades de contexto emergiram as subcategorias. Relacionando as subcategorias, emergiram as categorias a posteriori (Quadro 2).

Em relação às TIC, a análise propiciou compreender os principais aspectos sobre elas e seu uso no processo de ensino e aprendizagem abordados nas pesquisas. As principais compreensões sobre as TIC que emergiram foram: TIC como ferramenta de apoio ao professor, TIC como ferramenta cognitiva e descentralização das TIC no processo pedagógico. Estas compreensões fazem parte da categoria que é discutida a seguir.

3 Optamos por utilizar a sigla em língua inglesa e a sigla em língua portuguesa, visto que alguns autores utilizam a forma original de nomenclatura, já outros utilizam a tradução para o português.

4 Utilizamos os três termos como sinônimos, devido aos trabalhos apresentarem diferentes nomenclaturas para referir-se às Tecnologias da Informação e Comunicação.

4.1. Compreensões sobre as TICs na formação inicial de professores de ciências

As TICs compreendidas como ferramenta de apoio ao professor foram apresentadas nas pesquisas de P1, P2, P3, P4. Esta definição podemos perceber nas unidades de contexto:

*“É fundamental a adequação ao espaço informacional pelos professores a fim de que este possa contribuir para o estabelecimento de propostas e concepções no Ensino de Ciências **apoia**das pelo uso das TICs. (P2, p. 3[grifo nosso]). “Essa proposta sugere uma sequência na criação de planos de ensino que favoreça a integração tecnológica utilizando os tipos de atividade de aprendizagem específicos para área de Ciências, mantendo a lógica de que a tecnologia vem para apoiar[...].” (P2, p. 1[grifo nosso]).*

“Nesse período, foi possível intensificar as reflexões sobre as diferentes variáveis imbricadas na prática da sala de aula, inclusive em relação ao uso das TIC como ferramentas de ensino.” (P4, p. 23) [grifo nosso].

Esta compreensão de apoio no processo de ensino vem ao encontro da abordagem de Ponte (2000), que trata “na escola, as TIC são um elemento constituinte do ambiente de aprendizagem. Elas podem apoiar a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de capacidades específicas [...] representa, uma ferramenta de trabalho do professor [...]” (PONTE, 2000, p. 2).

As TICs representam as mais variadas ferramentas tecnológicas, conforme definido por “TIC é um conjunto de recursos tecnológicos que podem proporcionar a automação e/ou a comunicação de vários tipos de processos existentes nos negócios, no ensino e na pesquisa científica, na área bancária e financeira, etc” (Souza & Mazurek, 2017, p. 37). Nesse sentido destacamos que apesar de se constituírem como ferramentas, para o seu uso no ensino, essas ferramentas precisam ser usadas com um olhar diferenciado.

Na tese de P6, o autor amplia a compreensão de ferramenta de apoio do professor e caracteriza as TIC também em outra subcategoria, como ferramentas cognitivas:

“O uso das TIC como ferramentas cognitivas demanda dos utilizadores saberes relativos não somente à tecnologia, mas à forma como se interrelacionam conteúdo pedagogia e tecnologia no processo de uso das TIC na práxis pedagógica.” (P6, p. 27). “O uso das TIC na condição de ferramenta cognitiva pode favorecer as discussões na sala de aula, visto que ampliam as possibilidades de pesquisa, de obtenção de informações, dados, etc.” (P6, p. 75). “Quando as TIC são pensadas dentro de um contexto, cujo objetivo é favorecer a aprendizagem de determinado conteúdo de Ciências, avança-se para o entendimento das TIC como ferramenta cognitiva e como mecanismo que pode ser utilizado em sala de aula para ampliar as possibilidades de aprendizagem.” (P6, p. 142).

Ao compreender as TICs como ferramenta cognitiva, é possível pensar no seu uso para ampliar a cognição do aluno, apoiando seu desenvolvimento mental e a construção da aprendizagem (Silva, 2019). Kurtz; Silva (2018) conceituam as TIC como ferramentas cognitivas, e abordam seu papel na aprendizagem ao inferir “que empoderam o aluno, servindo como uma espécie de parceiras intelectuais dos sujeitos, sob uma perspectiva emancipatória e crítica” (Kurtz & Silva, 2018, p. 8)

Pinheiro, Benvenutti e Favretto (2020) defendem esta mesma ideia, ao referir que as TIC não podem ser vistas somente como ferramentas tecnológicas, mas sim são ferramentas cognitivas que potencializam a aprendizagem. Os mesmos autores destacam que seu uso somente como ferramenta tecnológica corre o risco de não mudar a estrutura de um ensino tradicional, só o “automatizar”. Realizando um trabalho sobre a tecnologia, e não com a tecnologia (Kurtz, 2015).

As duas compreensões apresentadas não são excludentes, visto que as TIC são ferramentas, instrumentos ou recursos tecnológicos, as quais têm potencial também de apoiar o professor no seu desenvolvimento profissional e sua prática pedagógica. Porém, não podemos limitar sua função apenas como recurso pedagógico, como exemplifica Freitas (2008) “computador e internet são instrumentos tecnológicos construídos pelo homem que não se constituem em meras máquinas. Não se equivalem a recursos como uma máquina de escrever, um retroprojetor que pode funcionar como recursos didáticos para o professor. Eles vão muito além disso.” (Freitas, 2008, p. 12).

Para P5 as TIC abrangem o conceito de instrumento cultural, como apresentado na unidade de contexto

“as TIC são instrumentos culturais que promovem o desenvolvimento cognitivo e moldam os sujeitos.” (P5, p. 25) e “Sob a ótica da abordagem histórico-cultural, as TIC como instrumentos culturais moldam nossas ações e sua apropriação promove o desenvolvimento das funções mentais superiores.” (P5, p. 114).

Nessa perspectiva o autor P5 aponta as TIC como instrumentos culturais com base na abordagem histórico-cultural de Vigotski, o que é corroborado por outros autores, como Kurtz (2015), Kurtz e Silva (2016), apontam que nesse sentido, as TIC têm potencial no desenvolvimento cognitivo, por meio da intermediação do professor colabora com a construção da aprendizagem. O que vem de encontro com a concepção de ferramenta cognitiva.

Assim, a consequência direta da abordagem histórico-cultural como embasamento central é o abandono total da concepção das TICs, no âmbito educacional, como meras ferramentas que devem apenas ser “usadas”, ou que se deva, unicamente, “aprender sobre” as tecnologias (Kurtz & Silva, 2016, p. 10).

Em relação a terceira subcategoria, as seis pesquisas analisadas enfatizam um ponto recorrente também na literatura, a das TIC não serem o centro do processo de ensino e aprendizagem. Como percebemos nas unidades de contexto

*“a tendência é de que as etapas avancem rapidamente para encontrar as melhores tecnologias digitais para serem inseridas no plano de ensino, porém devem manter ainda a atenção para não trazer a tecnologia como centro do processo.” (P1, p. 18). “O uso das TIC como ferramentas cognitivas demanda dos utilizadores saberes relativos **não somente à tecnologia**, mas à forma como se interrelacionam conteúdo pedagogia e tecnologia no processo de uso das TIC na práxis pedagógica.” (P4, p. 27 [grifo nosso]). “A segunda cilada são as premissas falsas – isto é, a crença de que, ao colocar um aparelho tecnológico nas mãos dos alunos, eles vão mudar magicamente o ambiente de ensino e os conteúdos curriculares serão apreendidos. A premissa falsa de que a tecnologia, por si só, não mudará a aprendizagem na escola e nem na sala de aula. Não dá para garantir o aprendizado por meio da tecnologia se não for direcionada para a utilização e a avaliação dessa finalidade.” (P6, p. 84)*

Essa compreensão da TIC não ser o centro do trabalho é destacada por diversos autores como Kurtz (2015) a qual apresenta a importância de se trabalhar com a tecnologia, não sobre a tecnologia. Bem como, a integração das TIC com os demais conhecimentos é a possibilidade ideal para um bom ensino com uso de tecnologia (Mishra & Koehler, 2006), em que os conhecimentos são representados de igual forma, sendo que nenhum tem mais relevância que o outro (Espíndola & Gianella, 2019). Ainda, Lang (2016) aponta que não são as TIC que definem o conteúdo, é o conteúdo aliado ao pedagógico que define qual TIC usar.

Ao compreender as TIC como centro do trabalho, também se carrega a ideia de que seu uso por si só trás inovações ou melhorias no processo de ensino

e aprendizagem. Espíndola e Gianella (2019) contrariam esta ideia, expressam que a inserção das TIC não é suficiente para a melhoria do ensino, argumentando que esse olhar pode apenas trazer novos formatos para antigos modos de ensinar. O que é corroborado por Silva e Leal (2022) ao afirmarem que “não podemos afirmar que é apenas com o uso da tecnologia e das redes sociais que vamos melhorar a educação.” (Silva & Leal, 2022, p. 502). Bem como, “utilizar uma TIC no processo de ensino, em muitos casos é encarado como solução para os problemas enfrentados em sala de aula, assim pode-se negligenciar os conhecimentos que envolvem a aprendizagem e apostar somente em uma tecnologia” Autor, ano, p. 25) sendo que “já é de conhecimento amplo que somente a introdução das tecnologias não agrupa nada aos processos escolares.”(Pessoa & Costa, 2015, p. 7).

Esta categoria procura analisar de que forma o marco de referencia TPACK é abordado nos cursos de formação inicial de professores de Ciências. A primeira e segunda subcategorias se referem às perspectivas de uso do TPACK, a perspectiva conceitual e a perspectiva operacional. Já a terceira subcategoria, apresenta os instrumentos utilizados nas pesquisas para avaliar o TPACK dos professores em formação.

O marco de referencia TPACK é um modelo teórico, suas premissas são usadas em diversas pesquisas e como referencial para as mais variadas propostas. Maneira e Gomes (2017) propuseram duas perspectivas para o trabalho com o TPACK, como perspectiva conceitual, ou seja, quando é usado como referencial teórico. E o modelo operacional, nesta perspectiva, é usado em caráter mais aplicativo (Maneira & Gomes, 2017).

Primeiramente, a estrutura TPACK é uma estrutura conceitual para a compreensão dos conhecimentos necessários aos professores para integração de tecnologia. Neste sentido, o TPACK é útil para pensar e elaborar currículos e estratégias formativas

na formação inicial de professores. Todo curso de formação inicial de professores espera que os professores em formação, naturalmente transfiram os conhecimentos e habilidades adquiridas no curso em suas salas de aula. No entanto, esta preparação pode estar sendo insuficiente, uma vez que a integração das tecnologias em processos de ensino e aprendizagem é um processo bastante complexo e multifacetado. Assim, em segundo lugar, o TPACK é também uma estrutura que traz ricas contribuições para análise e avaliação do que os professores sabem e devem saber para integrar a tecnologia ao ensino, trazendo conhecimento sobre os sujeitos em formação, que se constitui em elemento importante para a definição de redirecionamentos e novas estratégias. (Silva & Goulart, 2019, p. 118).

Na análise, encontramos em P2, P4, P6 indícios da perspectiva operacional, visto que esses trabalhos procuram inserir o conhecimento TPACK na prática dos licenciados, pensando o TPACK como constituinte para o trabalho com as TIC e procurando estratégias para mobilizar esses conhecimentos.

O TPACK em sua perspectiva operacional observou-se nas unidades de contexto:

“ao longo da disciplina buscou-se promover o conhecimento de diversas bases de conhecimento do modelo CTPC, e em especial da base de conhecimento CTPC dos estudantes.” (P2, p. 23). “O professor que consegue selecionar a melhor estratégia de ensino, para um determinado assunto e associa uma tecnologia digital que potencializa o ensino, será o professor com conhecimento CTPC.” (P2, p. 18). “Na tentativa de encontrar novas formas de trabalhar determinado conteúdo (espaço de desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo) esses sujeitos inseriram o elemento tecnológico e edificaram bases importantes para a construção do TPACK.” (P2, p. 150). “[...] percebemos indícios da mobilização das bases de conhecimentos e da integração entre elas, mostrando, que conseguiam integrar

a tecnologia, a pedagogia e o conteúdo, ou seja, desenvolveram e mobilizaram o TPACK durante a utilização de tecnologias, como foi o caso do App.” (P4, p. 163).

Maneira e Gomes (2017) destacam que o TPACK nessa perspectiva é um modelo de ação e reestruturação, assim, quando se pensa a avaliação da constituição do TPACK, se pensa um trabalho na perspectiva operacional. Corroborado também por Silva e Goulart (2019) em “a estrutura TPACK, não só contribui como estrutura teórica [...], mas também contribui para a análise e avaliação do que os professores sabem sobre esta integração.”

Já P3 e P1 utilizaram o TPACK em uma perspectiva conceitual, na qual usou o marco de referencia como referencial teórico no desenvolvimento de suas propostas de ensino. Desta maneira trouxe indícios em

*“nesse entendimento, acreditamos que os LDD, ao articularem diferentes campos do conhecimento, **orientados pelo modelo TPACK**, contribuem para que a inserção pedagógica das TIC se efetive no âmbito escolar proporcionando aos envolvidos maiores autonomias, criticidade e até mesmo protagonismo, para superar os desafios das constantes mudanças que os aparatos tecnológicos desencadeiam nas relações sociais, econômicas e culturais.” (P3, p. 233) [grifo nosso].*

Até o P5 apresenta indícios das duas perspectivas, sendo que utiliza o marco de referencia como referencial teórico e metodológico, ao mesmo tempo que modelo de formação, no qual procura avaliar a mobilização do conhecimento TPACK. Percebemos esses indícios em

“[...] consideramos como referencial teórico e metodológico da pesquisa e modelo na formação de professores a IFA contemplando a constituição do TPACK dos professores pela intencionalidade deste movimento.” (P5, p. 33).

Em relação às perspectivas sobre o TPACK, Maneira e Gomes (2017) apresentam que apesar de seu grande uso na perspectiva conceitual, já se percebe crescimento no enquadramento do TPACK para a realização de ações concretas envolvendo tecnologia, conteúdo e pedagogia, em uma perspectiva operacional.

A terceira subcategoria, tem como objetivo apresentar os instrumentos de avaliação do TPACK usados nas pesquisas. Destacamos que há três principais formas de avaliar as dimensões do TPACK conforme Sampaio e Coutinho (2012): Auto avaliação (entrevistas, questionários, narrativas), recursos de ensino (planos de aula) e observação direta.

Nas teses e dissertações analisadas, encontramos cinco instrumentos distintos: entrevistas, questionário, narrativas presentes em portfólios digitais e diários de bordo, observação por meio de gravações e a Rubrica de Harris, Grandegenet e Hoffer (2010).

A dissertação P1, utilizou-se de interações em fóruns de interesse da Comunidade Virtual de Aprendizagem para avaliar a constituição do TPACK,

“Os fóruns possuíam um título e uma mensagem inicial norteadora da discussão das temáticas propostas. Foram criados com base nas três vertentes do modelo TPACK.” (P1, p. 21).

O instrumento utilizado por P2 foi a Rubrica de avaliação de integração tecnológica baseada no TPACK desenvolvida por Harris, Grandegenet e Hoffer (2010), na sua pesquisa realizou a análise nos Guias de planos de aula dos licenciandos, na unidade de contexto a seguir, o autor de P1 explica seus procedimentos:

“no intuito de avaliar a integração de tecnologias na construção dos planos de ensino, utilizamos como critério a rubrica de análise descrita por Harris,

Grandegenet e Hofer (2010). Essa rubrica permitiu avaliar os planos de ensino produzidos pelos licenciandos [...] para pontuar os critérios da rubrica, observamos quatro campos distintos no Guia do plano de aula. Esses campos estão associados com as bases CTC, CPC e CTPC identificados na rubrica. (P1, p. 30).

O autor de P3 como instrumento de avaliação utilizou das narrativas realizadas em portfólios digitais. As narrativas são também medidas de auto avaliação. Conforme o autor *“O portfólio digital elaborado pelos alunos na plataforma blogspot teve o objetivo de servir como diário de aprendizagem pelos licenciandos, a fim de estimular que, além de aprenderem a manusear a ferramenta (blog), pudessem refletir sobre sua aprendizagem e o processo de ensino utilizando diversos recursos midiáticos.” (P3, p. 116).*

O instrumento presente em P4 foi uma entrevista semiestruturada a fim de avaliar as concepções sobre o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo de 15 bolsistas de Iniciação à Docência. *“Esses roteiros não direcionaram as questões para o foco principal: a construção de conhecimento sobre o uso pedagógico das TIC através da inter-relação, mas foram elaborados com o propósito de proporcionar uma compreensão sobre essa questão, à medida que provocaram os participantes a posicionar-se sobre sua percepção quanto ao uso das TIC no ensino de Ciências e a relatar experiências de uso dessas ferramentas nas atividades do subprojeto Pibid.” (P2, p. 102).*

Os instrumentos utilizados por P5 em sua investigação foram: respostas aos questionários iniciais, comentários no facebook, registros dos diários de bordo e áudio das gravações das aulas. A unidade de contexto destaca esses instrumentos: *“también buscamos indicios da constitución do TPACK dos profesores de Ciencias numa abordagem qualitativa, utilizando como instrumentos de análisis as respuestas de questionarios iniciales, as reflexiones*

presentes nos diários de bordo dos professores, as interlocuções nos encontros formativos (EF), em grupo no Facebook e o diálogo desenvolvidos nos grupos focais (GF). Pois compreendemos que nos constituímos na interação com o outro.” (P5, p. 67).

Em sua tese P6 fez uso de três tipos de instrumentos: questionário, entrevista e observação externa da prática. Como apontam as unidades de contexto,

“A entrevista configurou-se como um importante recurso para a nossa pesquisa por ajudar a desvelar a percepção dos residentes, bem como a reflexão sobre a aula com a utilização do App.” (P6, p. 49), “Para auxiliar a observação, fizemos a opção de adotar o diário de campo [...] Fizemos a descrição detalhada das atividades realizadas, do espaço físico e de todo o cenário do espaço observacional, incluindo as reflexões, aqui chamadas de notas reflexivas.” (P6, p. 46).

A Rubrica presente em P2, é um instrumento validado, o qual foi citado em outros trabalhos, como de Sampaio e Coutinho (2012), Gottardo e Bervian (2022), Silva e Goulart (2019). Este instrumento é caracterizado como “a rubrica reflete os conceitos fundamentais do TPACK, que provou ser fiável e válido em duas rondas sucessivas de testes, que vai para além da auto avaliação, baseando-se na avaliação externa.” (Sampaio & Coutinho, 2012, p. 48).

A entrevista e o questionário são considerados medidas de auto avaliação (Sampaio & Coutinho, 2012), as quais estão entre as principais formas de avaliar o TPACK. As narrativas são também instrumentos de auto avaliação, bem como as interações em grupos de facebook e fóruns, “os instrumentos de auto avaliação são aqueles que trazem reflexões sobre a própria prática, especificamente relatos de experiência publicados pelos professores, entrevistas e questionários abertos.” (Gottardo & Bervian, 2023 p. 63).

A triangulação de diversos instrumentos observada em P5 e P6 é considerada uma das melhores maneiras de avaliar o TPACK, assim

com o intuito de elaborar uma investigação mais rigorosa do desenvolvimento do TPACK, devem-se triangular diferentes dados como a auto avaliação dos professores, recolhida através de entrevistas e questionários, a observação direta das aulas pela gravação das mesmas e posterior análise, os recursos utilizados como as planificações das aulas. Desta forma a confrontação do autor relato dos docentes com a avaliação externa, quer de materiais quer da própria aula, permitirá uma análise mais fiável do verdadeiro conhecimento TPACK dos professores. (Sampaio & Coutinho, 2012, p. 51).

Os instrumentos de avaliação do TPACK, são importantes para inferir as compreensões que os professores em formação inicial têm sobre o TPACK (Silva & Goulart, 2019). Ainda, os instrumentos possibilitam uma avaliação mais rigorosa e sistemática do desenvolvimento do TPACK, permitindo através de indícios avaliar se há ou não conhecimento TPACK (Sampaio & Coutinho, 2012). Assim, os instrumentos de avaliação do TPACK permitem avaliar a constituição do conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo, utilizando-se de diversos dados produzidos pelo professor em formação inicial.

6. Conclusão

A partir dos dados analisados, emergiram contribuições sobre o marco de referencia TPACK e as TIC na formação inicial de professores de Ciências. Inicialmente, ainda na primeira etapa de análise, consideramos o baixo número de teses e dissertações na formação inicial em Ciências. Este cenário, especificamente em relação a formação inicial, já foi levantado por outros autores, como Silva; Goulart (2019), Oliveira (2017). Assim, destacamos a necessidade de mais pesquisas sobre o tema, a fim de compreender como esses

conhecimentos são trabalhados na formação inicial e como influenciam as práticas pedagógicas.

As compreensões sobre as TIC na formação inicial, permitem avaliar que ao conceituá-los como ferramentas pedagógicas ou de apoio ao professor, limita-se o seu uso. A compreensão de TIC como ferramenta cognitiva já amplia seu potencial para o ensino, ao considerar sua participação no desenvolvimento cognitivo do aluno. Destacamos ainda, que as TIC são também ferramentas de apoio do professor, mas essa visão pode ser expandida, ao compreender as TIC como instrumentos culturais. Tendo em vista que ao se trabalhar as TIC no ensino precisamos pensar além do seu potencial como recurso, mas sim no seu potencial de contribuir na aprendizagem do aluno.

Com isso, foi possível perceber que a constituição do TPACK dos professores em formação inicial, se dá ao compreender e utilizar as TIC como ferramentas cognitivas ou instrumentos culturais no ensino de determinado conteúdo a partir de uma prática pedagógica. Desta forma a intermediação do professor é fundamental para trabalhar o potencial das TIC conforme as premissas do TPACK.

Em relação às características do marco de referencia TPACK e a forma como é abordado, evidenciamos que este pode ser usado além de quadro teórico e conceitual, mas também em sua perspectiva operacional, a qual foi a perspectiva da maioria das pesquisas analisadas. Consideramos que trabalhar o TPACK na formação inicial como referencial teórico e de forma operacional, permite que o futuro professor conheça suas premissas, planeje suas aulas a partir das ideias do marco de referencia e com isso desenvolva o seu TPACK.

Com isso, o objetivo da presente pesquisa foi alcançado, pois os resultados apresentaram indícios da constituição do TPACK e da abordagem do marco de referencia TPACK nos cursos de formação inicial de professores de Ciências. Assim, os resultados podem contribuir tanto com dados

para compreender a forma de uso do marco de referencia TPACK na área de Ensino de Ciências, como embasar práticas pedagógicas com uso das TIC nos cursos de formação inicial.

Para a área de Ensino de Ciências a presente pesquisa é importante para compreender de que forma o TPACK é entendido e mobilizado no Ensino de Ciências em especial nos cursos de graduação, e como se dá a constituição do TPACK dos professores em formação inicial na área. Destacamos ainda, que os resultados obtidos nesta investigação contribui para as pesquisas da área de ensino de Ciências à medida que reforça a importância de mais investigações sobre a temática e dos pesquisadores da área incluírem em suas agendas de pesquisa sobre o TPACK na formação inicial de professores de Ciências, principalmente no que diz respeito a três encaminhamentos principais: a compreensão das TIC como instrumentos culturais, a ampliação do entendimento sobre o marco de referencia TPACK e a mobilização do TPACK dos professores.

7. Referencias

- Bervian, P. V., Pansera-de-Araújo, M. C. (2019). A comunidad autorreflexiva na constituição dos conhecimentos de professor pela investigação-formação-acción. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 15(1), 118-134. <https://doi.org/10.14483/23464712.14467>
- Candela, B. F. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 12(1), 158-172. <https://doi.org/10.14483/23464712.11175>
- Espíndola, M. B; Gianella, T. R. (2019). Integração de tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de Ciências: contribuições do modelo do conhecimento pedagógico-tecnológico do conteúdo. *Revista de Educação Educere Et Educare*, 14(1), 1-26. <https://doi.org/10.17648/educare.y14i32.18287>

- Kurtz, F. D.; Silva, D. R. (2018). Tecnologias de Informação e Comunicação (Tics) como Ferramentas Cognitivas na Formação de Professores. *Contexto e Educação*, 33(104), 5-33. <http://doi.org/10.21527/2179-1309.2018.104.5-33>
- Kurtz, F. D. (2015). *As tecnologias de informação e comunicação na formação de professores de letras à luz da abordagem histórico-cultural de Vigotski*. [Tese de doutoramento, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul]. Repositório da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. https://virtual.unijui.edu.br/Portal/Modulos/modeloInformacoes/?RH5sv44knZhFMK3qFMK3qARF6zZdE0eF6wpdiPnmCIBzvbmT3MBSLA_46WSHbWs2iE0Rotyd8Pkc6zOxoEiqqjlp5SLA_rlfNd8rKuYlvIc_PLS_JVQ_S_LA_pn0PPqGa65UjUSDN3ZQnS_2kZoFu
- Marin, J.C.; Bervian, P. V.; GÜLICH, R. I. C. (2019). Tecnologias da informação e comunicação (TIC) no ensino de ciências e teorias educacionais: estado do conhecimento. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 8(2), 1-18. <https://doi.org/10.35819/tear.v8.n2.a3610>
- Maneira, S.; Gomes, M. J.. (2017). *A disseminação do TPACK em eventos científicos de Portugal*. [Atas]. Conferência Internacional de Tecnologias da informação e comunicação na Educação, Braga.
- Miranda, G. L.(2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Revista de Ciências da Educação*, 1(3), 41-50. <https://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/60/76>
- Mishra, P.; Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: a marco de referencia for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(1), 1017-1054.
- Morosini, M. C.; Fernandes, C.M.B. (2014). Estado do Conhecimento: Conceitos, finalidades e interlocuções. *Revista Educação Por Escrito*, 5(2), 154-164.
- Oliveira, M. M. (2017). *Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo na formação de professores na educação científica e tecnológica*. [Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositório da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186140>
- Pessoa, G. P; Costa, F. de J. (2015). *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) no ensino de ciências: qual é a possibilidade?* [Anais]. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Água de Lindóias.
- Ponte, J. P (2002). *As TIC no início da escolaridade: Perspectivas para a formação inicial de professores*. (4). Editora Porto.
- Ribeiro, L.R; Piedade, J. M. N. (2021). Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. *Revista Educação Em Questão*, 59(1), 1-26. <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2021v59n59ID24458>.
- Romanowski, Joana Paulin; Ens, Romilda Teodora. (2006). As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte”. *Revista Diálogo Educacional*, 6(19), 37-50.
- Sampaio, P. A. S. R; Coutinho, C. M. G. F. P. (2012). Ensinar Matemática com TIC: em busca de um referencial teórico. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 46(2), 91–109.
- Shulman, L. (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silva, M. I. P.; Goulart, M. B. (2019). *Instrumentos de avaliação do TPACK na formação inicial de professores: uma revisão sistemática* [Anais]. Simpósio Ibero-Americanano de Tecnologias Educacionais, Araranguá.
- Silva, J. B; Bilessimo, S. M. S; Machado, L. R.(2021). Integração de Tecnologia na Educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK. *Educação em Revista*, 37(8), 327-345. <https://doi.org/10.1590/0102-4698232757>
- Silva, D. A; Leal, L. A. (2022). Utilização do Instagram no Ensino de Paleontologia. *Revista Insignare Scientia*, 5(1), 484-505.





ENSINO DE EVOLUÇÃO: NARRATIVAS DE UM PROFESSOR DE BIOLOGIA QUE TAMBÉM É UM RELIGIOSO

EVOLUTION TEACHING: NARRATIVES OF A BIOLOGY TEACHER WHO IS ALSO A BELIEVER

ENSEÑANZA DE EVOLUCIÓN: NARRATIVAS DE UN PROFESOR DE BIOLOGÍA QUE TAMBIÉN ES UN CREYENTE

David Figueiredo de Almeida* 

Cómo citar este artículo: Almeida, D. F. (2024). Ensino de evolução: narrativas de um professor de biologia que também é um religioso. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 327-338. <https://doi.org/10.14483/23464712.19851>

Resumo

Este artigo apresenta e analisa os resultados de um trabalho de campo ocorrido em uma escola de Educação Básica na cidade de São Paulo. O tema é Ensino de Evolução, com foco nas narrativas de um professor de biologia que também possui uma fé religiosa. A entrevista semiestruturada foi a principal técnica que permitiu ao professor se expressar acerca do tema. Observações diretas foram importantes para “criar pontes” com o entrevistado, além de possibilitar registros sobre alguns aspectos da ecologia escolar. A análise dos dados evidencia um distanciamento do professor quanto aos dois perfis mais comuns reportados pela literatura sobre as relações entre professores de biologia e Evolução: professores de biologia teístas que rejeitam a Evolução e professores de biologia ateístas que a aceitam. O professor demonstrou conciliar a crença numa existência divina à aceitação da Evolução. Neste sentido, a estratégia narrada pelo professor consiste em administrar suas diferentes facetas de acordo com as redes nas quais age em cada momento (escola, instituto de pesquisa, família, amigos, igreja). A pesquisa de campo demonstrou ser evidente que um tema controverso, como o Ensino de Evolução, pode requerer duração maior de estadia em campo, especialmente quando o Ensino de Evolução se dá de modo integrado a outros temas ensinados na biologia, ao longo dos três anos de Ensino Médio, como é o caso do professor em questão. Assim, o artigo também conclui com algumas recomendações de caráter metodológico para pesquisas interessadas em abordagens qualitativas no tratamento de questões relacionadas ao Ensino de Evolução.

Palavras chave: Ciência. Religião. Controvérsia. Educação Escolar.

Recibido: 17 de agosto de 2022; aprobado: 04 de junio de 2024

* Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Brasil, david.almeida@alumni.usp.br.

Abstract

This paper presents and analyzes the results of a fieldwork study conducted in a Basic Education school in the city of São Paulo. The focus is on the teaching of evolution, with an emphasis on the perspectives of a biology teacher who also holds religious beliefs. The primary technique used was semi-structured interviews, allowing the teacher to express his views on the topic. Direct observations were crucial for “building bridges” with the interviewee and for recording certain aspects of the school’s ecology. The data analysis shows a distancing of the teacher from the two most common profiles reported in the literature on the relationship between biology teachers and evolution: theistic biology teachers who reject evolution and atheist biology teachers who accept it. The teacher demonstrated an ability to reconcile belief in a divine existence with the acceptance of evolution. In this context, the strategy described by the teacher involves managing his different facets according to the networks he operates within at any given time (school, research institute, family, friends, church). The fieldwork indicated that a controversial topic like the teaching of evolution may require an extended period of field stay, especially when the teaching of evolution is integrated with other biology topics over the three years of high school, as is the case with the teacher in question. Thus, the article also concludes with some methodological recommendations for research interested in qualitative approaches to issues related to the teaching of evolution.

Keywords: Science. Religion. Controversy. School Education.

Resumen

Este artículo presenta y analiza los resultados de un trabajo de campo realizado en una escuela de Educación Básica en la ciudad de São Paulo. El enfoque está en la enseñanza de la evolución, con énfasis en las perspectivas de un profesor de biología que también tiene creencias religiosas. La técnica principal utilizada fue la entrevista semiestructurada, lo que permitió al profesor expresar sus opiniones sobre el tema. Las observaciones directas fueron cruciales para “construir puentes” con el entrevistado y para registrar ciertos aspectos de la ecología escolar. El análisis de los datos muestra un distanciamiento del profesor respecto a los dos perfiles más comunes reportados en la literatura sobre la relación entre los profesores de biología y la evolución: profesores de biología teístas que rechazan la evolución y profesores ateos que la aceptan. El profesor demostró su capacidad para conciliar la creencia en una existencia divina con la aceptación de la evolución. En este contexto, la estrategia descrita por el profesor consiste en gestionar sus diferentes facetas según las redes en las que actúa en cada momento (escuela, instituto de investigación, familia, amigos, iglesia). El trabajo de campo indicó que un tema controvertido como la enseñanza de la evolución puede requerir una estancia prolongada en el campo, especialmente cuando la enseñanza de la evolución se integra con otros temas de biología a lo largo de los tres años de la educación secundaria, como es el caso del profesor en cuestión. Así, el artículo también concluye con algunas recomendaciones metodológicas para investigaciones interesadas en enfoques cualitativos sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza de la evolución.

Palabras clave: Ciencia. Religión. Controversia. Educación Escolar.

1. Introdução

No século XIX, um discurso perturbador para a época foi apresentado por Darwin, Wallace (1858): a luta pela sobrevivência moldou a vida na Terra, preservando as variações favoráveis e eliminando as desfavoráveis.

Quase dois séculos depois, a Evolução se consolidou como um tema central para a compreensão de numerosos aspectos da natureza e da sociedade, como resistência de múltiplos microorganismos a antibióticos, envelhecimento, câncer, pandemias zoonóticas e questões ambientais, além de perspectivas sobre origem, identidade, diversidade e saúde humana (Shashidhara, Joshi, 2023). No Brasil, tal importância é reconhecida por documentos norteadores da educação nacional, incluindo a questionada Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Apesar disso, diversos estudos revelam que a abordagem da Evolução na educação básica ainda é repleta de controvérsias não aproveitadas. Essas controvérsias geralmente surgem do desencontro entre a Evolução e outras narrativas sobre a origem e a diversidade da vida.

Oliveira & Bizzo (2011), analisando uma amostra de mais de 600 alunos do Ensino Médio de duas regiões brasileiras, observaram discordância de 26,2% desses alunos em relação à ideia de que as espécies atuais de plantas e animais descendem de espécies do passado, enquanto o nível de discordância subiu para 55,3% quando a mesma questão se direcionou ao ser humano. Resultados semelhantes foram apresentados por Almeida (2012), na Amazônia brasileira: a maioria dos alunos rejeitou a concepção evolucionista para a origem das espécies, principalmente quando questionados sobre a origem da espécie humana.

Nos Estados Unidos, onde a questão tem sido mais bem estudada, praticamente todos os estudos têm indicado a rejeição da Evolução pelos estadunidenses, com influências principalmente de fatores como religiosidade, escolaridade,

filiação partidária e idade (Gallup, Lindsay, 1999; Pobiner, 2016). As mesmas referências também evidenciaram correlações substanciais entre a familiaridade com os princípios de Evolução e sua subsequente aceitação.

A rejeição à Evolução tem atingido também os professores de biologia. Por exemplo, a partir de questionários respondidos por 926 professores de biologia, Berkman, Plutzer (2011) evidenciaram que a maioria evita ensinar a Evolução, usando estratégias diversas: tratar a Evolução como se o tema apenas se aplicasse à biologia molecular (ignorando a macroevolução) e/ou adotar a ideia de que não há evidências para o surgimento de uma espécie a partir de outra. Há relutância generalizada, segundo os autores, de os professores trabalharem sobre a Evolução em sala de aula. Alguns defendem o Ensino de Evolução (EE) como um mal necessário para os testes escolares, por exemplo. Ou ainda, afirmam aos alunos que eles precisam entender o tema porque assim se deu a organização do currículo escolar.

A pesquisa de Stahi-Hitin, Yarden (2022), por sua vez, incluiu cientistas e professores de biologia. Apesar das divergências de narrativas entre a amostra, a maioria esteve de acordo que os professores devem fornecer alguma resposta aos alunos, em relação a conflitos existentes com narrativas religiosas. Os participantes da pesquisa sugeriram inúmeras abordagens para a questão: não relacionar ciência com religião, definir as fronteiras entre ambos os sistemas de conhecimento ou adaptar as abordagens para valorizar os aspectos multiculturais das turmas. Analisando sugestões concedidas por cristãos tailandeses através de 684 questionários e 52 entrevistas, Chen, Lin, Chang (2023), por sua vez, recomendaram uma pedagogia dialética que valorize a multiculturalidade nas escolas, o que seria poderia aumentar a aceitação da Evolução.

Heddy, Nadelson (2012) cruzaram a aceitação pública da Evolução em 35 países com dados

secundários sobre religiosidade, expectativa de vida escolar, alfabetização científica e Produto Interno Bruto (PIB) per capita. Esses autores apresentaram dados mostrando associação negativa entre aceitação da Evolução e religiosidade, e associação positiva entre aceitação da Evolução e expectativa de vida escolar, alfabetização científica e PIB per capita. As principais limitações desse estudo foram a obtenção de dados secundários e a representatividade, já que a maioria dos países não foram incluída. Porém, os autores afirmam que analisaram os melhores dados disponíveis no momento.

Em complemento às diversas pesquisas sobre o EE que usam abordagens metodológicas mais direcionadas à generalização estatística, como as pesquisas citadas anteriormente, a presente pesquisa analisa narrativas sobre o EE por um professor de biologia, também praticante do catolicismo. Os principais resultados ilustram a influência de experiências da infância e da adolescência na constituição da educação científica e na configuração do pensamento evolutivo do professor, bem como algumas estratégias aplicadas pelo mesmo para administrar suas diferentes facetas, sem comprometer o caráter laico do EE. O texto traz ainda algumas análises metodológicas que podem contribuir para as investigações qualitativas que abordem o EE.

2. Questões Metodológicas e Primeiras Interações

Este trabalho tem uma abordagem qualitativa. Abordagens qualitativas têm sido pouco usadas para o estudo das vozes e subjetividades que se manifestam nas salas de aula de Evolução. Um diálogo com as pesquisas mais quantitativas, por outro lado, será relevante para complementar a compreensão de eventos relacionados ao caso descrito, em movimentos entre o particular e o geral, em que o particular se refere às narrativas

sobre o EE de um professor de biologia de uma escola de ensinos fundamental e médio localizada na cidade de São Paulo.

Lançou-se mão das técnicas de observação direta e entrevista, em que a primeira visou, inicialmente, estabelecer interações com o professor a ser entrevistado (Agrosino, 2008). Essas interações iniciais via observação direta são pertinentes para evitar o que Wacquant (2002) chama de “paralogismo ecológico”, quando a presença do pesquisador interfere no comportamento dos participantes da pesquisa, que deixam de agir como rotineiramente agem. A interferência pode levar o pesquisador a descrever coisas que não se aproximam às realidades dos participantes. É possível dizer, portanto, que a observação direta possibilitou criar condições para a realização da entrevista com P1.

As observações diretas foram inicialmente não diretivas. A justificativa reside na intenção inicial de apreender aspectos gerais da ecologia escolar, quando o campo ainda era totalmente desconhecido para essa pesquisa. No decorrer dos dias de observação, porém, houve um direcionamento, quando as observações se tornaram diretivas no sentido de apreender eventos relacionados ao EE. A entrevista, por sua vez, foi semidiretiva, com a maioria das perguntas formuladas previamente conforme o objetivo da pesquisa. O roteiro continha, por exemplo, questões biográficas sobre infância, formação acadêmica e experiência docente, bem como questões que permitiam ao entrevistado construir suas narrativas sobre a escola, os alunos, os demais professores. Apesar de o EE haver emergido algumas vezes espontaneamente nas respostas às questões biográficas, questões específicas sobre o tema estavam no roteiro: Qual o seu posicionamento sobre a Evolução (Biológica)? O que você pensa sobre o Ensino de Evolução? Que experiências docentes foram mais significativas para você em relação ao Ensino de Evolução?

Para os registros, foram usados diário de campo e gravador de voz. Seguindo as orientações de Rockwell (2009), as transcrições ocorreram em até 24 horas após as observações, sendo complementadas com as anotações do diário. Em campo, as anotações foram principalmente descritivas, ao passo que as anotações pós-campo foram descritivas e interpretativas (Rockwell, 2009). As anotações descritivas são menos inferenciais, ao contrário das anotações interpretativas (Goetz, LeCompt, 1988).

O início da entrada em campo consistiu, entre outros eventos, em um diálogo com a diretora (F1) da escola, para a apresentação dos objetivos de pesquisa. Após uns segundos de reflexão, F1 decidiu recomendar o professor de biologia P1, disponível naquele momento.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi entregue a F1, P1 e a turma que seria acompanhada a partir de então. No referido documento, constavam os dados de identificação do pesquisador e da instituição de origem, além de informações específicas sobre a pesquisa: objetivos, métodos, condições para a participação, solicitação para gravação das aulas e diálogos em áudio, assegurando o anonimato dos participantes.

A observação das ações docentes de P1 se deram em uma turma da 2^a série do Ensino Médio, composta por entre 25 e 30 alunos, todos com menos de 20 anos e de maioria notoriamente masculina. Essa turma foi selecionada porque, no momento da pesquisa, P1 informa que na turma se trabalha o tema "Seres Vivos", ideal para a análise de questões sobre Evolução. Foram seis encontros na turma, com duração de aproximadamente uma hora cada. Durante a entrada em campo, a escola passou alguns dias paralisada por causa da ocupação por alunos, que fecharam o acesso à mesma.

A entrada em campo permitiu registros de alguns eventos importantes do ponto de vista

da metodologia de pesquisa. Tais registros são importantes porque esse processo de entrada em campo é crucial para a conquista da confiança do professor e da turma, na fase inicial de obtenção das informações pretendidas.

"Quem autorizou?": À noite, por causa da reduzida quantidade de alunos e servidores na escola, não é difícil identificar "outsiders". Em uma das ocasiões, a coordenadora do ensino médio (F2) questiona em tom de desconfiança e autoridade: "Você faz o que aqui?". "Uma observação da disciplina de etnografia, para o doutorado", recebe como resposta. "Mas você é estagiário? Você falou com quem? Quem autorizou?", rebate F2. Alguns documentos são mostrados a F2, que muda o tom da abordagem, passando inclusive a compartilhar detalhes pessoais, como um recente afastamento motivado por estresse do trabalho. Esse encontro com F2 remete à relevância de portar a documentação que autoriza a pesquisa na escola, a fim de evitar situações constrangedoras que possam atrapalhar o andamento das observações e até mesmo levar à perda da confiança. Apesar de esse ser um aspecto importante da investigação, é comum o processo de solicitar autorização ser omitido dos relatórios publicados. Segundo Chauvin, Jounin (2015), a observação incógnita, às escondidas, impede que as pessoas consintam sua participação, de modo que o ideal é a observação no ambiente escolar ocorrer às claras. A importância da autorização também é ilustrada a seguir.

Uso do gravador de voz: Durante uma observação em que a turma participa uma palestra sobre drogas, o gravador de voz fica à mostra. Em um momento, dois alunos (A1 e A2) olham para o gravador e cochicham com colegas que estão por perto. No dia em que ocorreu a apresentação da pesquisa sobre narrativas docentes acerca do EE, alguns alunos faltaram, de modo que os desconfiados possivelmente não estavam tão informados quanto os demais, em relação à pesquisa. Como exemplificado por Nedbálková (2015), às vezes existe a possibilidade de o uso não autorizado do

gravador levar a uma situação constrangedora. Assim, decidi por manter a gravação com o gravador à mostra naquele momento específico, em cima da mesa, pois escondê-lo após ser observado levantaria ainda mais suspeitas, além da situação eticamente questionável de estar gravando às escondidas. Além disso, é oportuna a consideração do sociólogo americano Everett Hughes (Vienne, 2005). Hughes afirma que o pesquisador desempenha um papel de espião. Caso relate o que viu, torna-se um informante. Se, por outro lado, observa como um membro do grupo e depois relata, pode ser visto como um traidor. Então, usar o gravador às escondidas e sem autorização poderia levar a sérios problemas para com alguns membros da comunidade, que poderiam se sentir traídos. Daí a necessidade de assegurar que todos os participantes estejam cientes do modo de realização da pesquisa.

Interferências diretas nas aulas: Em sala de aula, P1 menciona que na escola falta material adequado para o andamento das aulas. Cita, por exemplo, o fato de a biblioteca ficar fechada no período noturno, o não acesso dos alunos à Internet, a ausência de material laboratorial para o ensino de biologia e a difícil disponibilidade do projetor multimídia. Critica as próprias aulas, que considera tradicionais e baseadas apenas na oratória, giz e quadro. Então, P1 pede algumas dicas de estratégias de ensino. Diante de tal solicitação, surge um dilema. Afinal, se P1 aceita alguma das dicas e resolve aplicar, é possível que o pesquisador esteja ajudando a determinar uma situação que ele mesmo descreverá, apesar de se saber, por Chauvin, Jounin (2015, p. 126), que “o observador nunca é invisível ou inativo num ambiente que ele busca estudar”. Na pior das hipóteses, a estratégia didática indicada poderia fracassar. Afinal, é indiscutível que estratégias podem ser extremamente bem-sucedidas em algumas turmas e um fracasso em outras. Por outro lado, recusar a ajuda poderia ir contrariamente ao princípio da observação direta, participante,

podendo causar um mal-estar com P1. Então, após aproximadamente uma semana, algumas estratégias são selecionadas e enviadas ao e-mail de P1, estratégias baseadas principalmente na interação entre os grupos. Ao final, P1 acaba não tendo tempo para aplicar qualquer das estratégias, em virtude da ocupação da escola.

O dilema anterior se assemelha à situação descrita por Geertz (2008). Geertz e sua esposa, durante uma observação da briga de galos em Bali, 1958, correram com os nativos após a chegada da polícia ao evento, proibido na época. Em uma situação como essa, não há muito tempo além de poucos segundos para tomar uma decisão “etnograficamente” adequada. Wacquant (1994, p. 21), por sua vez, comenta que sua etnografia incluiu acompanhar jovens habitantes de um gueto em suas “peregrinações cotidianas”, como “passeios sem destino com as galeras das terríveis cidades vizinhas”, busca por emprego, brigas com as esposas, rezas nas igrejas e até complicações com a polícia. Tanto Geertz quanto Wacquant afirmam que as suas decisões, em cada caso, foram importantes para ganhar a confiança dos participantes nas pesquisas. Assim, as narrativas da pesquisa tendem a se aproximar mais das realidades dos membros do grupo cujos comportamentos, conhecimentos, práticas e valores são estudados.

3. As Narrativas de P1 sobre o Ensino de Evolução

Em sala de aula, pouca coisa emerge sobre EE durante as observações, em razão de vários eventos relacionados às realidades locais. Por isso, também são registrados diálogos com P1 fora da sala de aula, como descrito mais adiante.

No primeiro dia de observação, por exemplo, a maioria dos alunos não comparece, embora tudo esteja preparado para o início da aula sobre vírus. Os slides estão projetados no quadro. Na sala, estão P1 e o estagiário (E1), aguardando a turma.

Na terça e na quarta-feira da mesma semana, ocorreria o Conselho de Classe. Então, os alunos resolveram “enforcar” a segunda-feira. “Até os nerds foram embora!”, comenta um aluno antes do início da aula.

Além dos dias sem aula por causa da ocupação da escola pelos alunos, a curta duração das aulas (menos de uma hora) também pode ser mencionada como um fator a considerar na apreensão de eventos relacionados ao EE durante as observações diretas. Durante as aulas, a maior parte do tempo se destina a esperar a chegada de mais alunos e a tentativas de P1 para conseguir a atenção da turma, já que a maioria dialoga muito entre si, dando pouca atenção a P1. No dia 02 de maio, por exemplo, sinto os alunos bastante eufóricos. O WhatsApp havia saído do ar por ordem judicial. Então, os comentários na turma são basicamente sobre isso. P1 tenta fazer a chamada. Mas é como se ele, literalmente, quase não existisse. Após esse episódio, P1 passa a escrever o assunto do dia no quadro. Porém, ao invés de vírus, escreve sobre organelas celulares, como ergastoplasmata, retículo liso e complexo de Golgi. Após escrever e desenhar, P1 pergunta aos alunos o que estavam achando sobre o bloqueio do WhatsApp. Antes que P1 possa iniciar alguma explanação sobre as organelas celulares, o sinal toca e induz os alunos a saírem da sala de aula.

Uma das aulas de biologia é ocupada pelo projeto sobre drogas, desenvolvido por E1. A ideia do projeto surgiu porque E1 acreditava haver na escola algum problema relacionado às drogas. Durante uma conversa entre E1 e P1, surge a informação de que dias atrás a polícia esteve na escola para resolver um desses problemas. Durante a aula conduzida por E1, este aparentemente tem dificuldades em se fazer ouvir, pois os diálogos na turma são muito intensos. E1 inicia a discussão com uma pergunta: “O que são drogas, para vocês?”. E assim, conduz socraticamente toda a aula. Durante esse momento, não há registro sobre Evolução.

Em outra aula, enquanto aguarda a chegada da turma, P1 relata a ocorrência de abordagens sobre Evolução de modo integrado ao longo da disciplina, sem haver dias específicos para o tema. Para exemplificar, P1 mostra slides da aula sobre vírus, em que considerações evolutivas encontram um lugar nas respostas adaptativas das populações às doenças causadas por microorganismos, explica P1. A princípio, essa poderia ser uma estratégia de P1 para reduzir o espaço dado à Evolução, o que também foi apontado por Berkman, Plutzer (2011)? Estaria P1 criando uma situação artificial diante da observação do pesquisador?

Durante a ocupação da escola pelos alunos, P1 faz um convite para que as questões da entrevista sejam respondidas em seu outro local de trabalho, onde atua como técnico da área de zoologia. Antes desse encontro com P1, a Plataforma Lattes é consultada para mais informações sobre a sua trajetória acadêmica. Exceto a graduação, toda a formação de P1 se deu na área de saúde, incluindo o doutorado. P1 também tem publicado artigos científicos na área de ecologia e filogenia zoológicas. O clássico Futuyma (2009, p. 767) define filogenia como “a história da descendência de um grupo de táxons, tais como espécies oriundas de seus ancestrais comuns”. Aqui, tem-se uma primeira evidência contra a conjectura de que P1 adota estratégia para reduzir o espaço dado à Evolução. É impensável desenvolver trabalhos de filogenia rejeitando princípios evolutivos.

O encontro ocorre no dia 03 de junho. No laboratório, estão P1 e os demais membros do grupo de pesquisa. Ao longo de toda a tarde nessa instituição, os diálogos com P1 abordam temas diversos. Durante essas interações, são apresentadas a P1 as questões previamente formuladas para a entrevista.

P1 relata sempre ter gostado de animais e plantas e que, desde por volta dos seis anos de idade, questionava-se sobre as atitudes do ser humano para com o ambiente. Também gostava

de programas com discurso ambiental, como *"Vinte Mil Léguas Submarinas"*, de Jules Verne, e *"O Mundo Animal"*, uma série sobre os parques de Nairobi e a *"matança dos animais da África, dos leões, dos elefantes"*. Influenciado por esse interesse precoce em questões ambientais, P1 decidiu pela carreira de biologia durante o ensino médio. Desde criança, queria ser cientista, mas não sabia qual:

"Quando eu entrei no nível médio, é que eu percebi qual ciência eu queria, que se chamava biologia. E eu sempre assimilei as teorias biológicas com facilidade, exceto a parte dos cálculos. Eu sempre adorava evolução, origem da vida".

A narrativa de P1 evidencia que seu ingresso na carreira biológica se deu por motivações intrínsecas, ou seja, movido por gosto ou satisfação própria, ao invés de pressões e/ou recompensas externas (Ryan, Deci, 2000). McKeachie, Lin, Strayer (2002), investigando uma turma de graduação em Ciências Biológicas, demonstraram que a motivação intrínseca para o curso foi maior nos alunos evolucionistas e nos alunos que iniciaram o curso sendo criacionistas e passaram a se identificar como evolucionistas, posteriormente. No caso de P1, ocorreu a decisão para cursar Ciências Biológicas por motivação intrínseca e, já naquele momento, o mesmo se considerava evolucionista.

No laboratório da área de zoologia em que atua, P1 lida com ecologia, sistemática e até biologia molecular, com foco em entomologia médica:

"No início, não era minha preferência. Eu gostava de biologia, bem geral. Mas, para você entender entomologia médica, você tem que prestar atenção em vários assuntos. Toda a epidemiologia de uma doença está relacionada à ecologia não só do vetor, do parasita, como daquele que vai ficar doente, o ser humano. O leque é bastante aberto" (P1).

Ao realizar o concurso público para a instituição de pesquisa, a motivação de P1 era *"complementar*

a renda". Porém, usando aqui termos de Bruno Latour, podemos dizer que ouve uma tradução ou translação de interesses (Latour, 2011), ou seja, P1 transladou ou traduziu os interesses do laboratório (associados à entomologia médica) para os próprios interesses, levando a uma motivação intrínseca para a atividade de pesquisa no laboratório.

Quando descreve sua atuação como professor, P1 traz o tema da pouca coesão entre professores, dirigentes e alunos. Um *"balaio de gatos"*, classifica. Cada um possui seus valores e, por vezes, está bastante arraigado a eles, dificultando negociações, segundo P1, que relaciona essa questão dos valores ao EE:

"Para qualquer lugar você vai levar seus valores, o que você aprendeu em casa, em cursos, na igreja, onde quer que seja. Todos os seus pensamentos, suas ponderações vão estar impregnados com isso. É muito difícil ensinar Evolução, por exemplo, totalmente neutro [...]. Eu sou evolucionista categórico. Eu sou católico praticante, por incrível que pareça. Católico apostólico romano, evolucionista e palmeirense (risos)".

Essa declaração de P1 foi surpreendente, uma vez que não houve qualquer evidência percebida, durante as aulas passadas, de alguma religiosidade em P1. Antes do início de uma das aulas, uma conversa é iniciada com P1 e E1 sobre o programa de biologia, quando E1 cita o livro *"O gene egoísta"*, de Richard Dawkins. P1 não esboça qualquer reação negativa em relação a Dawkins, tido como o maior militante ateísta do mundo nas primeiras décadas do século XXI.

Na adolescência, P1 passou uma fase em que se considerava ateu ou agnóstico, após se decepcionar com pessoas de sua igreja, além do peso nas costas por concordar com a Teoria da Evolução. Com alguma influência da esposa, voltou a frequentar igrejas católicas após se casar, quando retirou o antigo peso:

"Em 2000, 2002, o Papa João Paulo II escreveu uma bula em que ele termina assim: 'atenção católicos, as teorias da evolução, elas de fato são muito interessantes' [...]. E mais recentemente, o Papa Francisco disse que as teorias da evolução e da origem da vida, que a ciência prega, não contradizem os valores cristãos, nem a ideia da existência ou não de Deus".

Apesar disso, P1 afirma não evangelizar no ambiente de trabalho:

"Eu sou um professor de biologia, que também é um religioso. No meu momento de lar, de família, com os amigos de igreja, nesse momento eu sou religioso. Nos outros, eu sou professor de biologia, técnico de laboratório. Aqui mesmo [no laboratório], eu não fico evangelizando. Eles sabem que eu sou religioso. Eu convivo bem com isso. Enfim, ensino evolução porque eu acho que evolução é factível. E dentro daquilo que eu estudei como biólogo é o eixo principal".

No momento de uma entrevista, segundo Michelat (1975), cada entrevistado participa de vários grupos, ou ainda, apresenta traços deixados pela participação passada em muitos grupos. Isso é evidente quando P1 narra, por exemplo, ter ações diferentes a depender do momento, do local. Podemos dizer que P1 participa de redes diferentes, com fronteiras estabelecidas (Silva, Zanata Jr., 2011), ou mais ou menos definíveis. Duas das redes se referem à escola e ao instituto de pesquisa. As outras três podem ser entendidas como sendo a igreja, os amigos e a família, com atores que circulam por mais de uma rede. Assim, as ações discursivas de P1 são narradas como cuidadosamente ajustadas e sensíveis a cada contexto.

Latour (2004) considera que o discurso religioso não é baseado na comunicação duplo-clique, mas permeado por mensagens que buscam menos o acesso imediato à informação que a transformação do interessado. Por isso, Latour (2004, p. 359)

acredita que não há ponto de contato ou competição entre ciência e religião, "não mais que qualquer competição ecológica direta entre, digamos, rãs e rouxinóis".

A princípio, a proposta de Latour pode ser encarada por muitos como uma estratégia para mesclar Evolução com narrativas religiosas. Não parece ser integralmente o caso de P1. Durante as observações diretas na escola, não se apreendeu qualquer evidência para alguma religiosidade de P1, possivelmente em razão dos modos de administrar suas ações discursivas conforme o contexto. Porém, dialogando narrativas posteriores de P1 à proposta de Latour, é possível inferir certo distanciamento de P1 da ideia de que não há qualquer ponto de contato entre ciência e religião. Por exemplo, para P1, as leis naturais foram divinamente criadas antes do Big Bang:

"Eu acho interessantes as teorias da origem da vida, mas não sei quais são verdadeiras ou não verdadeiras. Mas, a partir da origem da vida, a teoria neodarwiniana explica muito bem [...]. Então, é mais fácil eu colocar Deus antes do Big Bang. Ele planejou tudo e a coisa acontece mediante isto. Agora, eu não sei se Deus queria a espécie humana. Acho o universo um desperdício de espaço [...]. Eu não preciso de tantas galáxias para olhar. Uma galáxia só, uma meia dúzia de estrelas que se mexam ali, já ia deixar a gente feliz por muitas gerações, com a nossa inteligência de primata".

A única evidência perceptível em que P1 traduz a narrativa científica das origens à sua crença na existência divina ocorreu neste momento, em que o mesmo narra acreditar que Deus criou as leis naturais anteriormente ao Big Bang. Alters (1999) aponta a existência de um grupo de criacionistas que aceitam a antiguidade do universo e a evolução das espécies tal como geralmente é entendida nas ciências biológicas. Porém, tendem a não aceitar o acaso do processo, uma vez que acreditam na vontade divina para a existência do ser humano. O acaso, quando considerado, é visto

como algo que foi administrado por Deus para que o ser humano existisse. P1, aparentemente, afasta-se dessa proposta ao “colocar Deus antes do Big Bang” e ao aceitar o acaso como desdobramento das leis naturais, anteriormente criadas. À primeira vista, a estratégia de P1 não precisa comprometer o caráter laico das suas aulas, uma vez que temas relacionados a possíveis eventos anteriores ao Big Bang não são pertinentes ao currículo de biologia para o Ensino Médio.

Na revisão de Pobiner (2016), as narrativas religiosas aparecem como um dos fatores que podem levar à desconfiança e negação sobre a Evolução, ao lado de fatores como obstáculos cognitivos, conceitos errados, linguagem, terminologias, etc. As narrativas sobre o mundo aparecem como poderosas lentes através das quais as pessoas filtram e processam as informações (Glaze, 2013), em uma espécie de viés cognitivo. Uma lente demasiado criacionista, em algumas circunstâncias, filtra apenas os eventos que a corroboram e rejeita os demais. O mesmo seria válido para evolucionistas mais extremos: são filtrados eventos que corroboram dada corrente evolutiva (como o gradualismo), enquanto os demais eventos são deixados de lado.

Distintas questões demandam abordagens teórico-metodológicas distintas. Para compreender a extinção dos pterossauros, utilizaremos referências da biologia evolutiva, paleontologia e ecologia. No entanto, se a questão for sobre a constituição dos sujeitos e a opressão de alguns grupos sociais humanos sobre outros, ferramentas teórico-metodológicas foucaultianas e/ou freireanas serão mais úteis. Algumas combinações são não apenas possíveis, mas recomendadas. Uma combinação entre o quadro foucaultiano e a biologia evolutiva pode ser útil para a análise do biopoder na saúde pública, evolução dos patógenos e a resistência antimicrobiana, além das políticas de controle e vigilância sobre populações, integrando aspectos biológicos e implicações sociais.

A estratégia de P1 ao adotar distintas abordagens para contextos distintos pode ser mais bem compreendida à luz de Bruno Latour e Imre Lakatos. Latour (2011) considera, por exemplo, que os produtos da ciência e da tecnologia são mais facilmente difundidos quando possuem alguma margem de negociação que permitirá às pessoas traduzirem ou interpretarem conforme seus interesses. A dureza é inversamente proporcional às margens para negociação. Os produtos construídos cientificamente devem ser duros o suficiente para resistirem aos ataques de discordantes. Porém, não tão duros a ponto de não permitirem margens à negociação. Em sua filosofia da ciência, Imre Lakatos considera que cada programa de pesquisa possui um núcleo duro, firme, irredutível, formado por suposições que não podem ser rejeitadas, modificadas pelos integrantes do programa (Silveira, 1996). No entorno do núcleo, porém, há um cinturão protetor formado por hipóteses e outros elementos cuja função é proteger o núcleo. O cinturão protetor é modificável e representa o aspecto negociável do programa.

Latour e Lakatos não tratam sobre as controvérsias entre criacionistas e evolucionistas. Porém, dialogando essas referências com o caso de P1, pode-se deduzir que tanto a visão de mundo criacionista quanto a evolucionista de P1 possuem algo como um núcleo duro, inegociável. No primeiro caso, o núcleo duro pode ser a própria existência de Deus. No âmbito da biologia evolutiva, por outro lado, os princípios neodarwinianos, como a seleção natural, podem ser entendidos partes do núcleo duro. É as margens, os pontos moles, que P1 pode modificar, negociar, para possibilitar a coexistência entre as diferentes perspectivas, sem interpretações literais das escrituras cristãs, o que endureceria demais a sua narrativa criacionista e impossibilitaria tal negociação.

Em parágrafos anteriores, foi lançada a hipótese de que a ocorrência de abordagens evolutivas integradas ao longo da disciplina de biologia

pudesse ser uma estratégia de P1 para reduzir o espaço dado ao EE. A abordagem de P1, ao ensinar Evolução integradamente aos demais conteúdos, também é altamente recomendada, pois a Evolução pode ser vista como o tema que unifica os demais temas da biologia (Berkman, Plutzer, 2011). Athanasiou (2022) acompanhou, por dez semestres consecutivos, duas turmas de graduação em que Evolução por Seleção Natural foi tratada como tópico unificador. Tal abordagem foi considerada como satisfatória, incluindo um aumento na aceitação à Evolução, apesar da religiosidade das turmas. No entanto, é justificável que alguns professores, diferentemente de P1, possam enfrentar dificuldades devido à falta de recursos e de familiaridade com as abordagens sobre Evolução integradas aos demais temas de biologia, preferindo ensinar a evolução em blocos específicos e garantindo que a evolução tenha seu espaço no currículo.

4. Considerações Finais

Neste artigo, um professor de biologia que também é um religioso foi acompanhado e entrevistado sobre suas abordagens em relação ao tema da “Evolução”. Diferentemente do esperado, o professor considera a Evolução como central em sua disciplina, longe de evitar o tema. Além disso, ao contrário da associação negativa frequentemente percebida entre religiosidade e negação da Evolução, o professor se revela católico praticante e entusiasta da Evolução. Este caso se distancia dos padrões apresentados nas pesquisas sobre EE (Berkman, Plutzer, 2011; Heddy, Nadelson, 2012; Pobiner, 2016), as quais indicam que professores ateístas tendem a ser evolucionistas, enquanto professores teístas tendem a rejeitar a Evolução.

As observações no ambiente escolar durante a pesquisa de campo evidenciam que um tema controverso como o EE pode exigir uma estadia prolongada em campo. Isso é especialmente relevante quando o EE é integrado a outros temas

da biologia ao longo dos três anos do Ensino Médio. Nessas circunstâncias, pesquisas qualitativas, com aproximações à etnografia, são valiosas para permitir interações espontâneas no ambiente escolar, sem a necessidade de dias específicos de aula para observação. Por outro lado, considerando que as instituições respeitem os direitos discentes de acesso à educação em ciências e que o EE exista nas instituições, é mais provável que as demais pesquisas encontrem cenários em que as abordagens sobre a Evolução ocorram em blocos específicos, ao invés de abordagens integradas aos demais temas da biologia. Para enfrentar as dificuldades que os professores possam enfrentar em relação ao EE, incluindo a integração de princípios evolutivos na disciplina como um todo, vale considerar as recomendações Plutzer, Branch, Reid (2020), que destacam a importância de fornecer aos professores, tanto em formação quanto em exercício, os recursos necessários para o ensino eficaz da Evolução, incluindo métodos para ensinar temas controversos, fortalecendo a autonomia intelectual dos estudantes e a integridade do processo educativo.

5. Referências

- Almeida, D. F. (2012). Concepções de alunos do ensino médio sobre a origem das espécies. *Ciência & Educação*, 18(1), 143-154.
- Alters, B. J. (1999). What is creationism. *The American Biology Teacher*, 61(2), 103-106.
- Agrosino, M. (2009). *Etnografia e observação participante*. Porto Alegre: Artmed.
- Athanasiou, K. (2022). Teaching evolution as the unifying theory of biology via a university course: Re-count of a praxis. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(4).
- Brasil, Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação.
- Berkman, M. B., & Plutzer, E. (2011). Defeating creationism in the courtroom, but not in the classroom. *Science*, 331(6016), 404-405.

- Chen, H.-C., Lin, M.-C., & Chang, C.-Y. (2024). Exploring diverse views of Taiwanese Christians on teaching evolution from the perspective of worldviews. *Science & Education*, 33(3).
- Darwin, C., & Wallace, A. (1858). On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology*, 3(9), 45–62.
- Gallup, G., & Lindsay, D. M. (1999). *Surveying the religious landscape: Trends in U.S. beliefs*. Harrisburg: Morehouse Publ.
- Chauvin, S., & Jounin, N. (2015). A observação direta. In S. Paugam (Ed.), *A pesquisa sociológica* (pp. 124-140). Petrópolis: Vozes.
- Futuyma, D. (2009). *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: Funpec.
- Geertz, C. (2008). *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Goetz, J. P., & Lecompt, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- Heddy, B. C., & Nadelson, L. S. (2012). A global perspective of the variables associated with acceptance of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 5(3), 412-416.
- Latour, B. (2004). “Não congelarás a imagem”, ou: como não desentender o debate ciência – religião. *Mana*, 10(2), 349-376.
- Latour, B. (2011). *Ciência em ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Editora Unesp.
- McKeachie, W. J., Lin, Y., & Strayer, J. (2002). Creationist vs evolutionary beliefs: Effects on learning biology. *The American Biology Teacher*, 64(3), 189-192.
- Michelat, G. (1975). Sur l'utilisation de l'entretien non directif en sociologie. *Revue Française de Sociologie*, 16(2), 229-247.
- Nedbalkova, K. (2015). Ethnography, fieldnotes, and interviews. *Sociology Series*, 24, 75-98
- Oliveira, G. S., & Bizzo, N. (2011). Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(1), 57-79.
- Pobiner, B. (2016). Accepting, understanding, teaching, and learning (human) evolution: obstacles and opportunities. *American Journal of Physical Anthropology*, 159(61), 232-274.
- Rockwell, E. (2009). *La experiencia etnográfica: historia y cultura en procesos educativos*. Buenos Aires: Paidós.
- Plutzer, E., Branch, G., & Reid, A. (2020). Teaching evolution in U.S. public schools: A continuing challenge. *Evolution: Education and Outreach*, 13(14).
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Shashidhara, L. S., & Joshi, A. (2023,). Not teaching evolution is an injustice. *Science*, 380(6652).
- Silva, M. K., & Zanata Jr., R. (2011). “Diz-me com quem andas, que te direi quem és”: uma – breve – introdução à análise de redes sociais. *Revista USP*, 91, 114-130.
- Silveira, F. L. (1996). A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 13(3), 219-230.
- Stahli-Hitin, R., & Yarden, A. (2022). Scientists' and teachers' attitudes toward relating to religion when teaching evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 15(18).
- Vienne, P. (2005). Mais qui a peur de l'ethnographie scolaire? Des mystères du terrain au bricolage sociologique. *Éducation et sociétés*, 16(2), 177-192.
- Wacquant, L. (1994). Le gang comme prédateur collectif. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 101, 88-100.





**REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS
CONFERIDAS POR GAYS E HSH'S EM APLICATIVOS DE RELACIONAMENTOS:
DIRECIONAMENTOS EM EDUCAÇÃO PARA A SAÚDE**

**SOCIAL REPRESENTATIONS ABOUT SEXUALLY TRANSMITTED INFECTIONS GIVEN BY
GAYS AND MSMs ON DATING APPS: DIRECTIONS IN HEALTH EDUCATION**

**REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE INFECCIONES DE TRANSMISIÓN SEXUAL,
DADAS POR GAYS Y HSHs EN APLICACIONES DE CITAS: DIRECCIONAMIENTOS EN
EDUCACIÓN PARA LA SALUD**

Felipe Fontana* , Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior ,
Suelen de Gaspi*** **

Como citar este artículo: Fontana, F., Magalhães Júnior, C.A.O., Gaspi, S. (2024). Representações sociais sobre IST's conferidas por gays e HSH's em aplicativos de relacionamentos: direcionamentos em educação para a saúde. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 339-357. <https://doi.org/10.14483/23464712.19779>

Resumo

Este estudo sintetiza os resultados de uma pesquisa interessada na compreensão das representações sociais correlacionadas às infecções sexualmente transmissíveis (IST's) conservadas por gays, bissexuais masculinos e homens que fazem sexo com homens (HSH's) em meio a determinados aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais. Para isso, construímos uma metodologia vinculada à análise de conteúdo conexa às falas/produções textuais angariadas em meio às redes sociais que estudamos. Nesse sentido, elegemos o conceito de hipertexto como subsídio teórico capaz de otimizar a utilização da técnica de análise de conteúdo junto das averiguações que empreendemos nos prints que angariados no levantamento dos insumos empíricos dessa pesquisa. Em seguida, desenvolvemos um referencial bibliográfico essencial à execução de nossas análises; dentre os seis (6) eixos analisados nessa pesquisa bibliográficas, destacam-se: a) a teoria das representações sociais; 2) os aplicativos de relacionamento e encontro sexuais; 3) e o panorama das IST's no Brasil. Diante disso, constituímos doze (12) categorias de representações sociais em IST's veiculadas em aplicativos como o Hornet e o Grindr. Estas, por sua vez, são pormenorizadas, interpretadas e explicadas de acordo com o referencial teórico que edificamos. Além disso, elas podem servir de indicativos/indicadores estratégicos para a forja de atividades educacionais afetas à promoção de saúde sexual de modo mais eficiente e qualificado (combate às IST's no Brasil).

Palavras chave: Senso Comum. APPs. LGBTQI+. Práticas Sexuais. Doenças.

Recibido: 8 de agosto de 2022; aprobado: 29 de mayo de 2024

* Doutor em Ciência Política. Universidade Estadual de Maringá. Brasil. buthjaum@gmail.com

* Doutor em Ciências. Universidade Estadual de Maringá. Brasil. juniormagalhaes@hotmail.com

* Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática. Instituto Federal do Paraná. Brasil. suelen.gaspi@ifpr.edu.br

Abstract

This study report summarizes the results of research interested in understanding the social representations correlated to sexually transmitted infections maintained by gay men, bisexual men and MSM's in sexual dating and dating apps. For this, we built a methodology linked to the content analysis related to the statements and textual productions raised with our research. Thus, we chose the concept of hypertext as a theoretical subsidy capable of optimizing the use of the content analysis technique with the investigations that we undertake in the prints that were raised in the survey of the empirical inputs of this research. Next, we developed a bibliographic referential essential to the execution of our analyses; among the six (6) axes analyzed in this bibliographic research, we highlight: a) the theory of social representations; 2) the sexual relationship and encounter applications; 3) and the panorama of STIs in Brazil. In view of this, we have constituted twelve (12) categories of social representations of STIs in applications such as Hornet and Grindr. These, in turn, are detailed, interpreted and explained according to the theoretical referential we have built. Furthermore, they may serve as strategic indicatives/indicators for the forging of educational activities related to the promotion of sexual health in a more efficient and qualified way (combating STIs in Brazil).

Keywords: Common sense. APPs. LGBTQI+. Sexual Practices. Diseases.

Resumen

Este estudio resume los resultados de una investigación interesada en comprender las representaciones sociales correlativas a las infecciones de transmisión sexual (ITS) que mantienen los hombres homosexuales, los hombres bisexuales y los hombres que tienen sexo con hombres (HSH) en medio de ciertas aplicaciones de citas y encuentros sexuales. Para ello, construimos una metodología vinculada al análisis de contenido conectado a los discursos/producciones textuales recogidos en el seno de las redes sociales que estudiamos. En este sentido, elegimos el concepto de hipertexto como un subsidio teórico capaz de optimizar el uso de la técnica de análisis de contenido a lo largo de los hallazgos que emprendemos en las impresiones que recogimos en el levantamiento de insumos empíricos de esta investigación. A continuación, desarrollamos un referencial bibliográfico esencial para la ejecución de nuestros análisis; entre los seis (6) ejes analizados en esta investigación bibliográfica, destacamos: a) la teoría de las representaciones sociales; 2) las aplicaciones de las relaciones y encuentros sexuales; 3) y el panorama de las ITS en Brasil. A la luz de esto, hemos establecido doce (12) categorías de representaciones sociales de las ITS difundidas en aplicaciones como Hornet y Grindr. Estos, a su vez, se detallan, interpretan y explican según el marco teórico que hemos construido. Además, pueden servir como indicativos/indicadores estratégicos para forjar actividades educativas relacionadas con la promoción de la salud sexual de forma más eficiente y cualificada (lucha contra las ITS en Brasil).

Palabras clave: Sentido común. APPs. LGBTQI+. Prácticas sexuales. Enfermedades.

1. Introdução

As dinâmicas sexuais na contemporaneidade possuem uma imensa variabilidade e recorrer ao estudo dos aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais utilizados por homossexuais masculinos/gays e homens que fazem sexo com homens (HSH's) representa um recorte neste amplo espectro. Contudo, este retalho é demasiadamente significativo e sua investigação vai ao encontro: 1) de um problema social latente e atual, qual seja, a crescente situação de vulnerabilidade e exposição articulada à transmissão e à contaminação de infecções sexualmente transmissíveis (IST's) entre gays e HSH's (principais usuários destes aplicativos); 2) das novas formas interacionais, comunicacionais e de alteridade constituídas pelo uso de aplicativos e celulares de modo extensivo na atualidade. Intercursos sexuais dos mais variados tipos e preferências; rompimento de barreiras linguísticas; aproximações geográficas detectáveis; facilitações das mais diversas espécies (como a obtenção e eleição de locais para a feitura de sexo); conformidade de perfis/individualidades; e confluências de interesses pessoais e sexuais são dimensões muito convidativas que estes aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais oferecem para pessoas interessadas em estabelecer afetividades, ou então, estritamente, relações sexuais mais fortuitas.

O grande problema que se instaura em relação a esta ferramenta, assim como de demais adventos científico-tecnológicos contemporâneos, liga-se ao fato de que, muitas vezes, o seu emprego corrente na vida cotidiana não vem acompanhado de um processo educacional que suporte à sua utilização responsável, crítica e consciente. Em nosso caso, quando o uso destes aplicativos não está escoltado em uma Educação Sexual eficiente que, por sua vez, resguarde a capacidade de romper com as representações sociais circunscritas aos riscos atrelados ao exercício da sexualidade humana, acabamos por aprofundar um estado desfavorável que, se não for compreendido/estudado/

pesquisado, pode adensar um problema social e de saúde pública: a disseminação desenfreada de IST's. Nesse diapasão é que se faz necessária a realização de pesquisas científico-acadêmicas, tal qual a que empreendemos entre outubro de 2019 e dezembro de 2020.

De modo geral, este estudo engendrará a análise teórico-bibliográfica de determinados eixos temáticos que interpelam/convergem com os objetivos aqui perseguidos, de compreender as especificidades das representações sociais acerca de IST's resguardadas por homossexuais masculinos/gays e HSH's em aplicativos de relacionamento para construir estratégias educacionais que auxiliem no processo de mitigação da transmissão e da contaminação de infecções sexualmente transmissíveis na contemporaneidade.

2. Aspectos Teóricos: IST's, Representações Sociais, Aplicativos de Relacionamento – Possibilidades de Articulações Teórico-Conceituais

Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2020a), especificamente o Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis, as Infecções Sexualmente Transmissíveis são causadas por vírus, bactérias e/ou outros microrganismos que podem acometer o corpo humano. Elas são transmitidas, principalmente, por meio do contato sexual (oral, vaginal, peniano e anal) sem o uso de camisinha masculina ou feminina, com uma pessoa que esteja infectada (portadora da infecção). A transmissão de uma IST pode acontecer, ainda, da mãe para a criança durante a gestação, no parto ou na amamentação. O tratamento das pessoas com IST melhora a qualidade de vida e interrompe a cadeia de transmissão dessas infecções. O atendimento e o tratamento são gratuitos nos serviços de saúde do Sistema Único de Saúde Brasileiro (SUS) (Brasil, 2019a). Sabemos que a terminologia Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST's) passa a ser

adotada em substituição à expressão Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST's) com a intenção de destacar “a possibilidade de uma pessoa ter e transmitir uma infecção, mesmo sem sinais e sintomas” (Brasil, 2019a, para. 4).

As IST's podem se manifestar por meio de feridas, corimentos ou verrugas anogenitais. São alguns exemplos de IST's: herpes genital, sífilis, gonorreia, infecção pelo HIV, infecção pelo Papilomavírus Humano (HPV), hepatites virais A, B, C e D. A IST aparece, principalmente, no órgão genital, mas pode surgir também em outras partes do corpo (como por exemplo: palma das mãos, olhos, língua, lábios, mucosa bucal, mucosa nasal, nariz, virilhas, nádegas, ânus e tórax). Sendo assim, constantemente o corpo deve ser observado durante a higiene pessoal, ajudando na identificação de uma IST em seu estágio inicial. Por isso, se faz necessário a veiculação de informações importantes sobre as formas de contágio, o risco de infecção, a necessidade de atendimento em uma unidade de saúde, as medidas de prevenção e tratamento (Brasil, 2019a).

Desta forma, vemos que “ação notificadora” é extremamente complexa de ser feita por usuários de aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais, justamente porque, na maioria das vezes: 1) a rotatividade de parceiros é muita alta/intensa e não há, por conta de uma constante exigência de anonimato e discrição, o estabelecimento de vínculos comunicacionais e interacionais após a realização de intercursos sexuais (fato que se adensa entre os HSH's, como veremos) e; 2) o estigma circunscrito aos portadores de IST's leva muitos infectados a recorrer ao sigilo e ao silêncio acerca de suas condições como estratégia de manutenção de suas existências em uma sociedade amplamente preconceituosa com relação aos acometidos por IST's (Goffman, 1988).

Obviamente, parte deste preconceito endêmicamente disperso em nossa sociedade ancora-se em representações sociais

problemáticas acerca das IST's, o que vale dizer que o rompimento com relação a elas, por meio de ações educacionais que auxiliam efetivamente na promoção da saúde sexual, subsidia tanto um processo de prevenção, quanto mecanismos de inserção social, de tratamento, de reabilitação e de solidariedade para com pessoas acometidas por infecções sexualmente transmissíveis.

A prevenção e a não contaminação atingem percentuais elevados de segurança apenas com a utilização de preservativos (nos sexos orais, anais, penianos e vaginais) de modo articulado a outros métodos preventivos, tais como testagem frequente, educação sexual e imunização para HPV e hepatite B (Brasil, 2019b).

Essas informações que acabamos de elencar tratam de uma visão científica, portanto metodicamente atestada, acerca das infecções sexualmente transmissíveis. Visão esta que deveria ser subjacente a uma educação sexual promotora de saúde, forjadora de sujeitos críticos e conscientes acerca dos riscos de realizarmos atividades/práticas sexuais sem o uso de preservativos e sem a utilização de outros métodos preventivos. Entender como visões rasas sobre as IST's são construídas socialmente é um objeto de pesquisa interessante, mas não o circunscrito a esta pesquisa. No entanto, identificar as representações sociais que subvertem essa visão perito-científica que acabamos de descrever compreende a parte mais significativa do escopo deste trabalho. Mas qual conjunto de saberes pode auxiliar nesse processo de identificação de percepções sociais deficitárias que comprometem a veiculação de concepções científicas sobre as infecções sexualmente transmissíveis? Ora, as teorias veiculadas à noção de Representações Sociais podem, em grande medida, auxiliar nesse processo e é em relação a elas que voltaremos, agora, a nossa atenção.

De acordo com Moscovici (1978, p.28), observamos que as representações sociais configuram: “um corpus organizado de conhecimentos e uma das

atividades psíquicas graças às quais os homens tornam a realidade física e social inteligível, se inserem num grupo ou numa relação cotidiana de trocas, liberam o poder da sua imaginação". Tendo uma função convencional e prescritiva, as Representações Sociais facilitam a comunicação e norteiam condutas, otimizando a construção de uma identidade grupal, se apresentando como teorias do senso comum (Moscovici, 2003). Ainda segundo este autor, estas ao serem apresentadas sobre determinado objeto são produtos da sociedade em que vivemos e não de um modo de pensar único, mas sim uma construção social, na qual diferentes grupos sociais podem apresentar distintas representações sociais sobre um mesmo objeto (Moscovici, 2003).

Podemos afirmar que a Teoria das Representações Sociais tem como pressuposto as teorias do senso comum que procuram compreender como o conhecimento se estrutura por intermédio da comunicação informal entre os indivíduos de um grupo social. Esta forma de saber tem sua gênese nas práticas sociais e nas diversidades grupais, constituindo-se de uma linguagem própria e de uma natureza cujos princípios são norteados pelos valores e conceitos coletivos sobre o real (Alves-Mazzotti, 2008; Gaspi et al., 2020; Oliveira & Werba, 2013). Estas discussões levam-nos a dimensionar a interligação entre as representações sociais e as ações cotidianas que, em distintas esferas e situações, os sujeitos realizam rotineiramente. Afinal, a maneira como representamos determinados objetos e situações ordinárias interpela e delimita o modo como agimos sobre eles. Ora, o problema que se instaura vincula-se ao fato de que muitas de nossas práticas sociais podem estar ancoradas em percepções deficitárias (representações sociais circunscritas univocamente ao senso comum) que podem adensar situações problemáticas e desfavoráveis. Esse é o caso, propriamente, de práticas sexuais que ignoram, ou ressignificam, o conjunto de conhecimentos científicos/peritos atrelados as IST's.

No nosso caso, os homossexuais masculinos e o HSH's que, atualmente e em meio aos aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais, passam a construir e ressignificar representações sociais acerca das IST's que subvertem ou modificam a própria acepção científica conservada sobre elas. Além disso, temos o fato de que as representações sociais são veiculadas por determinados linguagens e por meio de dados veículos comunicacionais. Em nosso caso, a linguagem é a escrita e os veículos comunicacionais são, materialmente falando: 1) os smartphones e os tablets utilizados pelos usuários; 2) os aplicativos instalados nesses recursos que, por sua vez, constroem as interações entre os usufrutuários.

Por fim, devemos destacar que é a busca de reorientação deste quadro deficitário acometido pela veiculação de representações sociais acerca de IST's em meio aos aplicativos de relacionamento e encontros sexuais – mediada pela identificação de tais teorias do senso comum e a delimitação indicadores para a forja de estratégias educacionais promotoras de saúde – que incentiva o desenvolvimento desta pesquisa.

As novas Tecnologias da Informação e Comunicação TICs, a interface das redes sociais, a popularização da internet, o uso massificado de aparelhos celulares e a ampla utilização de aplicativos móveis expandiram as possibilidades de conexão entre sujeitos desconhecidos que almejam diversos objetivos: o estabelecimento de relacionamentos afetivos e sexuais – densos ou fortuitos, duradouros ou esporádicos, intensos ou leves, comprometidos ou descompromissados etc. – são parte destes desígnios (Corrêa & Amaro, 2012; Gehrke, 2002). Assim, os aplicativos de relacionamento e encontro sexuais são espaços privilegiados para a construção de interações e práticas sexuais entre homossexuais masculinos/gays, bissexuais masculinos e HSH's. Tais aplicativos são ancorados a serviços de geolocalização conferidos pelos Sistema de Posicionamento Global o (GPS), funcionando segundo a proximidade existente

entre seus usuários, por exemplo, dois usuários do Grindr localizados no mesmo prédio ou na mesma rua aparecerão, no aplicativo, em situação de proximidade medida em metros ou quilômetros (Corrêa & Amaro, 2012; Gehrke, 2002).

Os aplicativos de relacionamento e encontros sexuais (ou aplicativos de paquera, como passaram a ser conhecidos) são redes sociais que intermediam a busca de perfis/indivíduos com os quais se resguarda afinidades e seja possível estabelecer uma relação afetiva ou estritamente sexual. Tais APP's engendram interações em tempo real, facilidade de uso, mobilidade do acesso e comodidade na procura. Estes softwares se diferenciam de outros espaços virtuais restritos à busca de relacionamento pela viabilidade conferida aos seus usuários no que concerne à procura, ao flerte, à paquera e ao encontro de outros usuários/pretendentes em qualquer horário ou localização do globo terrestre (Corrêa & Amaro, 2012; Gehrke, 2002).

Mesmo que virtual, este é um espaço novo de sociabilidade que, por excelência, promove a elaboração de representações e práticas sociais limitadas aos grupos que ali se fazem mais presentes: gays, bissexuais masculinos e HSH's. Nesse caso, é um ambiente social construtor de representações e práticas sociais vinculadas à sexualidade humana e às formas/expressões sexuais empreendidas por gays, bissexuais masculinos e HSH's. É nesse ambiente amplamente contemporâneo que temos a construção, a ressignificação e, até mesmo, a subversão de conhecimentos, saberes e conceitos científicos ligados às infecções sexualmente transmissíveis (elemento constitutivo das mais variadas discussões acerca da sexualidade humana e das práticas sexuais desempenhadas na atualidade). Para nós, é nessa direção que podemos vislumbrar a necessidade e a legitimidade de estudarmos as representações sociais ligadas às infecções sexualmente transmissíveis inscritas nesses APP's de relacionamento.

3. Aspectos Metodológicos

Esta pesquisa resguarda especificidades que são latentes quando pensamos no processo de construção de estratégias metodológicas para melhor desenvolvê-la. Sendo assim, de caráter qualitativo e exploratório, empreenderemos uma metodologia mista capaz de instrumentalizar a execução de nossas atividades. Por sua vez, ela pode ser segmentada em três etapas: 1) reunião das fontes desta pesquisa e; 2) identificação, categorização e análise dos materiais angariados.

Para tanto, o primeiro desafio metodológico interposto nesta investigação esteve vinculado à reunião das fontes/materiais/subsídios de nossa pesquisa. Ou seja, como coletamos as representações sociais acerca de IST's veiculadas pelos usuários destes aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais? Primeiramente, devemos esclarecer que fizemos o download dos aplicativos denominados de Hornet Gay Social Network e Grindr, os mais populares entre os brasileiros segundo a APP Store – Apple (BR) e o Google Play Stores (BR) (mais acessados/ baixados/utilizados). Em seguida, construímos um perfil com identidade anônima e, a partir dele, buscamos estabelecer diálogos com os usuários ali inscritos de maneira mais próxima as nossas mediações geográficas (método de funcionamento destes aplicativos, tal como descreveremos).

O anonimato, neste caso, foi de fundamental importância pois auxiliou no processo de arregimentar um conjunto de respostas mais verossímeis, desarmadas e sinceras (lembrando que a maioria dos usuários destes aplicativos também estão em posição anônima, sendo menos frequente a exposição facial e a utilização dos nomes verdadeiros). Em nossos diálogos, tentamos identificar as representações sociais dos usuários: 1) sugerindo a realização de encontros sexuais sem o uso de preservativos; 2) adensado diálogos sugestivos no que tange à não

utilização de preservativos; 3) e, na medida do possível, construindo conversas, interatividades, aproximações e indagações capazes de conduzir o levantamento de representações sociais ligadas às infecções sexualmente transmissíveis. Tais procedimentos não podem ser considerados entrevistas, sob o risco de cometermos um deslize científico-acadêmico e isso resalta o caráter amplamente exploratório de nosso trabalho. Por fim, os resultados de tais diálogos estão aqui registrados na forma prints (cópias digitais da tela do aparelho celular usado que minuta, por sua vez, o diálogo que foi estabelecido entre as partes) e constituem os subsídios angariados e usados para a feitura de nosso estudo.

Por isso, para a execução dessa pesquisa foi necessário arregimentar orientações metodológicas para lidar com a análise de prints, afinal, esses são constructos subsidiários desta investigação imersos em contemporâneos processos restritos às TIC's que, por mais que possam ser convertidos em textos e consequentemente investigados segundo o técnica de análise de conteúdo, resguardam especificidades latentes e é sobre elas que trataremos aqui (Scheunemann & Lopes, 2018). Mas antes disso, vale indagar: qual o conceito vinculado às discussões atuais afetas às TIC's que podem ajudar na interpelação dos prints enquanto subsídios necessários à realização de nossa pesquisa? Bom, começamos então discutindo sobre o que é um hipertexto para, deste modo, responder tal inquietação.

A noção de hipertexto articula-se às TIC's e coaduna-se com diferentes formas e estratégias da escrita eletrônica. Nessa perspectiva, o hipertexto vincula-se a presença de um texto dentro de outro texto, constituindo assim, redes informacionais interativas. Esse processo passa a complexificar qualquer tipo de análise, pois requer níveis complexos de interpretação, afinal, não se analisa um texto, mas, na verdade, textos articulados/concatenados (Neves, 2010). Nessa direção, a

grande distinção de um hipertexto está nas formas de escrita e de leitura subjacentes a ele.

Um exemplo latente de hipertexto são os artigos intrínsecos aos sites e plataformas imersos na internet, afinal, em seus corpos são apresentados/veiculados múltiplos links e/ou hiperlinks. Isso permite aos leitores uma posição mais “ativa” diante da leitura, elegendo assim, as informações que quer consumir/acessar (nos aplicativos que estudamos, quem cumpre a função dos links e hiperlinks são as hashtags e, mais adiante, veremos como elas funcionam) (Scheunemann & Lopes, 2018).

A leitura vinculada aos hipertextos e às hipermídias são edificadas/desenvolvidas em uma modelagem associativa, ou seja, por agregações (Scheunemann & Lopes, 2018). O hipertexto pode ser compreendido como uma intertextualidade que, como é sabido, é um recurso linguístico que relaciona/converge, no mínimo, duas produções textuais. Somados aos hipertextos existem outras formas de intertextualidade, são elas: paródia, paráfrase, epígrafe, alusão, pastiche, tradução e bricolagem (Neves, 2010).

Nessa direção, a noção de intertextualidade determina a relação estabelecida/consolidada, em um contexto de intertextualidade, entre distintos hipertextos. Um dos elementos que se encontra dentro dos aplicativos pesquisados – consequentemente, no interior dos prints que analisaremos – que está amplamente conectado com a noção de intertextualidade são os emojis. Eles são lócus informacionais em si mesmos, ou então, trazem variadas informações a partir da união/encadeamento deles. A inclusão de um ou vários emojis em uma conversa pode determinar, representacionalmente e interpretativamente, elementos informacionais complexos (Scheunemann & Lopes, 2018).

Em nosso caso, certas representações sociais podem ser fornecidas e estar circunscritas na

forma de emojis. Por exemplo: o que dizer das representações sociais vinculadas a determinadas práticas sexuais intrínsecas aos emojis, sequenciados ou não no Quadro 1? Imagine que elas foram transmitidas em meio aos aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais que estamos estudando.

Muitas vezes, os emojis são usados para agregar a expressividades, significados, nivelações e emoções às palavras empregadas em um texto. Outras vezes, são usados para substituir mensagens curtas. Ao serem associadas, como vimos no Quadro 1, podem transmitir mensagens complexas e que requerem do leitor grande interpretação. Como é possível apreender no quadro acima, os emojis podem, hipertextualmente, conduzir a um conjunto de informações e representações sociais que precisa ser decodificado e transformado em produções textuais, permitindo assim, nesta pesquisa, a realização de análises mais apropriadas e coadunadas com os objetivos deste estudo. Por ser uma imagem, ilustração e/ou figura inseridos em um texto/conversa, os emojis articulam-se de modo ambivalente tanto com aquilo que Theodor Holm Nelson chamou de hipermídia, quanto com aquilo que ele classificou de hipertexto. Conceitualmente, os emojis são representações gráficas empregadas em conversas muitas vezes empreendidas de maneira online (redes sociais e em aplicativos, tal como o WhatsApp, Messenger e/ou, no nosso caso, Grindr/Hornet).

Outro elemento afeto a dimensão hipertextual ligada aos prints que analisaremos são as hashtags (simbolicamente dadas pela representação denominada de cerquilha: "#"). Segundo o Dicionário de Oxford, a hashtag é definida como “uma palavra ou frase precedida por um símbolo de cerquilha (#), utilizada em sites de mídias sociais e aplicativos, especialmente no Twitter, para identificar mensagens sobre um tópico específico” (Oxford, 2024, para. 1). Sendo assim, quando a combinação entre a cerquilha e a palavra é publicada (por exemplo, #representaçõessociais),

Quadro 1. Emojis – Exemplos Interpretativos.

Emojis sequenciados ou não	Questionamento	Possíveis interpretações das representações sociais vinculadas a determinadas práticas sexuais intrínsecas aos emojis sequenciados ou não
💦💦💦 = (mamadeira, gotas d'água e emoji com a boca aberta).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Pode ejacular na minha boca”; 2. “Gosto que engolir esperma”.
🍆🍆🍆 = (beringela, gotas d'água e pêssego).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Pode ejacular dentro do meu anus”; 2. “Pode ejacular nas minhas nádegas”.
🍑🍑🍑 = (pêssego, beringela e emoji com o rosto feliz).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Pênis grandes me satisfazem”; 2. “Pênis grandes são preferidos por mim”.
🍑🍑🍑 = (pêssego, beringela e emoji com rosto triste).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Pênis grandes não me satisfazem”; 2. “Pênis grandes não são meus preferidos”; 3. “Pênis grandes me machucam”.
🍑🍑🍑 = (pêssego, beringela e emoji com rosto de incerteza).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Será que sou capaz de aguentar um pênis tão grande durante o ato sexual”.
😈 = (emoji com rosto de demônio, ou então, na linguagem mais popular, capetinha).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por este emoji veiculado em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Estou com muita vontade de fazer sexo”; 2. “Disposto a fazer sexo”; 3. “Querendo sexo”; 4. “Libido alta, portanto, com muita vontade e disposição para sexo”.
💩👌 = (representação de fezes e um símbolo de “ok”).	Qual a mensagem e/ou representação social – vinculadas à execução de uma prática sexual – que está sendo transmitida por esta sequência de emojis veiculada em um aplicativo de relacionamento e encontros sexuais?	1. “Prefiro fazer sexo com pessoas que fazem lavagem intestinal (popularmente, “xuca”); 2. “A lavagem intestinal/xuca já foi feita, sendo assim, estou pronto para o sexo”.

Fonte: Os autores.

cria-se um hiperlink que conduz para uma página detentora de outras publicações conexas à mesma temática que foi indexado.

Se um usuário dos aplicativos que estamos analisando publicarem em seu perfil ou em uma conversa conosco a hashtag "#sexoseguro" saberemos que a sua preferência, em termos de segurança sexual, atrela-se ao uso de preservativos; ou então, se ele publica a hashtag "#barebacking" compreenderemos que ele é adepto a práticas sexuais sem o uso de preservativos (Scheunemann & Lopes, 2018). A diferenciação do uso de hashtags não é somente a marcação de uma identidade, predisposição, preferência, característica, interesse, vontade, ou então, intenção. A distinção está na capacidade de reunião de indivíduos de acordo com um desses elementos supracitados (Neves, 2010).

De modo geral, esses são dos desafios ligados à análise dos prints convergentes com as especificidades de nossa pesquisa. Trabalhar com hipertextos, hipermídias, emojis e hashtags no sentido de convertê-los, interpretativamente, em textos aptos de serem averiguados segundo uma análise de conteúdo constitui como uma das finalidades da metodologia aqui estipulada. Trataremos a seguir da técnica de análise de conteúdo, tão cara à execução de nossas incursões analíticas interpostas aos textos arregimentados.

3.1. Análise de Conteúdo

Após o angariamento destes materiais, partimos para a análise deles, o que conforma um outro desafio metodológico deste trabalho. De modo geral, a análise de conteúdo pode se configurar como uma estratégia metodológica capaz de dar o suporte à identificação e à categorização das representações sociais identificadas por nós. Segundo Bardin (2011), a análise de conteúdo consiste em um processo intelectual que identifica informações ou, em outras palavras, mensagens consideradas relevantes. Após essa identificação,

é indispensável a construção de categorias analíticas capazes de facilitar a interpretação e a compreensão do texto de modo a revelar o que está implícito. Em termos analíticos, a análise de conteúdo organiza-se em três polos cronológicos conforme Bardin (2011): Pré-análise; Exploração do Material e; Tratamento dos Resultados.

Na Pré-análise, fizemos uma leitura panorâmica/ flutuante do material coletado escolhendo à priori os prints/documentos nos quais as representações sociais correlacionadas à temática desta pesquisa se apresentavam de forma fecunda as suas futuras análises. Diante disso, selecionamos e utilizamos 23,31% daquilo que, preliminarmente, foi coletado. Com isso, tivemos a possibilidade de edificar um corpus – ou preparar um material – baseado na representatividade, homogeneidade e pertinência conexos aos objetivos de nosso trabalho.

Já na Exploração do Material, operacionalizamos a codificação e a categorização dele. Assim, angariamos nossas unidades de registro e unidades de contexto que correspondiam a termos, palavras, expressões e/ou emojis tematicamente afetos ao estudo. Ainda nessa etapa, estabelecemos a enumeração considerando os critérios temáticos estabelecidos (presença ou frequência simples, observáveis em nossa "Tabela 1"). Por fim, constituímos nossas doze (12) categorizações.

No Tratamento dos Resultados, inferimos interpretações controlados objetivando o entendimento da mensagem e a significação dos códigos veiculados a nós (receptores), pelos usuários dos aplicativos (emissor) em meio aos APP's pesquisados (veículo/médium); ou seja, a compreensão e a significação das representações sociais implícitas coadunadas à temática da pesquisa veiculados de modo determinado pelos seus produtores, receptores e canais de transmissão. Após a feitura das etapas descritas, partimos de modo mais consistente para a análise de seus resultados, apresentado no item abaixo.

4. Resultados e Discussão

O material levantado por nós em meio as nossas incursões de pesquisa juntos aos aplicativos de relacionamentos e encontros sexuais é composto por duzentos e trinta e seis (236) diálogos printados (prints). Neles, é possível encontrar interações que, de forma anônima – de ambas as partes – sugerem a realização de práticas sexuais arriscadas ou sem o uso de preservativos. Por se tratar de um ambiente destinado quase que exclusivamente à facilitação e à expressão da sexualidade existem, em meio as conversas edificadas, muitas palavras de baixo calão, “gírias sexuais” e expressões chulas.

Esses prints, organizados desigualmente, registram cinquenta e cinco (55) conversas/diálogos que, por sua vez, foram empreendidos em diferentes lugares do Brasil e do Mundo. No entanto, aqui devemos fazer uma ressalva: não faremos nossa análise segundo regionalizações. Ou seja, não haverá cruzamentos entre as categorias estabelecidas pela análise de conteúdo e a localização dos dados angariados. As motivações para isso vinculam-se: 1) a impossibilidade de, em todos os diálogos registrados, determinar a localização do informante e do entrevistador; 2) a baixa representatividade amostral apta a constituir comparações regionais representativas (por vezes há, por exemplo, uma única conversa realizada em Recife-PE e vinte na cidade de Maringá-PR, lócus de realização desta pesquisa).

Uma outra característica dos materiais que levantamos atrela-se ao pertencimento profissional dos entrevistados. Em algumas oportunidades foi possível trazer à tona essa informação por conta da dinâmica fluida e “tranquila” circunscrita à conversa estabelecida. Contudo, nem todos os entrevistados sentiam-se à vontade para responder sobre essa temática ou, até mesmo, os diálogos eram tão estritamente sexuais que nem abertura para esse tipo de inquisição tínhamos (dinâmica do anonimato, da discrição e do sigilo, já explicadas

em nosso referencial teórico e metodologia, largamente operante nos aplicativos de encontros sexuais e relacionamentos). Sendo assim, o pertencimento profissional também não foi ser empregado nesta pesquisa como uma variável intercruzada capaz de adensar as análises por nós edificadas. No entanto, de maneira analiticamente exploratório, é interessante realizarmos algumas ressalvas sobre essa temática.

Em meios aos cinquenta e cinco (55) diálogos estabelecidos, quatro informantes afirmaram serem profissionais da área amplamente correlacionados com à Saúde e/ou às Ciências Médicas: nutricionista, dentista, médico e biólogo. De modo mais problemático – como é possível verificar em nossas análises, tais informantes conservaram/veicularam representações sociais de risco vinculadas às IST's. Certamente, isso interpõe a nós, pesquisadores dessa temática e preocupados com a construção de indicadores afetos à promoção de uma educação para a saúde mais eficiente, determinados dilemas: Se tais agentes veiculam ideias deficitárias, o que dizer dos cidadãos comuns que não passaram pela formação que eles resguardam?

4.1. Análise Resultados da Pesquisa

Analizando este universo de cinquenta e cinco (55) diálogos printados e de oitenta e duas (82) conversas redistribuídas segundo a potencialidade delas na veiculação de determinadas representações sociais, nós, tal como a análise de conteúdo indica, construímos doze (12) categorias capazes de sintetizar as principais representações sociais ligadas às IST's circunscritas aos aplicativos de relacionamento e encontros sexuais que pesquisamos.

Sendo assim, nesta seção: 1) classificaremos as categorias de acordo com a sua maior incidência representacional, ou seja, considerando, comparativamente, a maior ou menor veiculação de uma dada representação social; 2) apresentaremos

a categoria que edificamos; 3) explicaremos segundo nossa interpretação, as especificidades destas categorias; 4) e, finalmente, traremos um ou dois exemplos (prints ou diálogos destacados/reproduzidos) para dar maior subsídios à análise interposta. Comecemos, então, com a classificação das categorias que, por sua vez, pode ser vista na Tabela 1, abaixo disposta:

Nossa classificação, para ter a sua incidência determinada, pautou-se no número de vezes que uma determinada representação social foi veiculada dentro do nosso universo pesquisado (55 diálogos que, ao serem analisados, se converteram em 82 conversas veiculadoras de uma ou mais representações sociais que se distanciam do universo reificado em IST's).

Deste modo, as representações sociais mais empregadas pelos participantes atrelam-se à categoria denominada de “Deposição Bucal, Deposição Bucal Seguida de Cuspe ou Ingestão de Esperma como uma Prática Sexual que Não Contrai IST's”, evidenciando assim, que parte significativa dos participantes acreditam que o sexo oral correlacionado com algum tipo de “manejo bucal ou digestivo” do esperma não leva ao acometimento por IST's. Já o tipo de representação menos incidente liga-se à categoria doze (12) que, por sua vez, ratifica que “Sexo Anal é Mais Perigoso no Tocante à Contaminação por IST's por isso Evito Somente Essa Prática”. Na tabela acima, é possível verificar uma classificação de nossas categorias em doze (12) postos. Diante disso, para melhor compreendê-las, é necessário apresentá-las e explicá-las.

A categoria classificada em primeira posição em termos de incidência foi a denominada de “Deposição, Deposição Seguida com Cuspe ou Ingestão de Esperma na Boca como uma Prática Sexual que Não Contrai IST's”. Nessa categoria, englobamos participantes que acreditavam – e comunicavam tal crença – que o sexo oral realizado, seguido da manipulação bucal e/ou

Tabela 1. Classificação das categorias por incidência representacional delas.

Categoria & classificação	Número de prints	Número de diálogos convergentes à categorização interposta
1. Categoria 1 – Deposição Bucal, Deposição Bucal Seguida de Cuspe ou Ingestão de Esperma como uma Prática Sexual que Não Contrai IST's	85	19
2. Categoria 2 – Comportamento de Risco Explícito Correlacionado à Possibilidade de Adquirir IST's	76	17
3. Categoria 3 – Confiabilidade na Soroalogia e/ou na Declaração de Outrem no que Tange o Risco de Contaminação por IST's	67	13
4. Categoria 4 - Uso de PrEP* Contra a Possibilidade de ser Acometido por IST's	49	13
5. Categoria 5 – Aparência, Higiene, Apresentação, Beleza Pessoais e Beleza Genital como Mecanismo Gerador de Confiabilidade no que Tange o Acometimento por IST's	19	5
6. Categoria 6 – “Dependendo do Tesão, o Risco Vale a Pena”: Comportamento de Risco no que toca o Acometimento por IST's Condicionado pelo Líbido e Vontade Exacerbados do Usuário	20	4
7. Categoria 7 – Parceiras Sexuais com a Status de Relacionamento Sério (Namorando/Noivando/Casados), sejam Heterossexuais ou Homossexuais, São Menos Arriscados em Termos de Contaminação de uma IST's	15	4
8. Categoria 8 – Possibilidade de Reversão e/ou Mitigação de Acometimentos por IST's	8	3
9. Categoria 9 – Pouca Frequência na Realização de Práticas Sexuais Arriscadas por Parte do Usuário ou de um Possível Parceiro Gera Segurança em Relação às IST's	12	2
10. Categoria 10 – Ejaculação Anal-Interna ou nas Mediações do Anus não leva ao Acometimento por IST's	10	2
11. Categoria 11 – Sexo Realizado Exclusivamente Com Ativos Diminui o Risco de ser contaminado por uma IST's	4	1
12. Categoria 12 – Sexo Anal é Mais Perigoso no Tocante à Contaminação por IST's por isso Evito Somente Essa Prática	2	1
TOTAL:	367	82

* “Uma das formas de se prevenir do HIV é a PrEP, a Profilaxia Pré-Exposição. Ela consiste na tomada de comprimidos antes da relação sexual, que permitem ao organismo estar preparado para enfrentar um possível contato com o HIV. A pessoa em PrEP realiza acompanhamento regular de saúde, com testagem para o HIV e outras Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST)” (Brasil, 2022, para. 1).

Fonte: Os autores.

ligado à ingestão de esperma é mais seguro no que tange a contaminação por uma IST; ou seja, ao empreender essa prática sexual eles estariam seguros de serem acometidos por uma doença sexualmente transmissível. Isso fica expresso em falas: A) “Eu nunca fiz sem camisinha, agora, na boca eu gosto”; B) “Mas se quiser cuspir, eu posso”; C) “Quero leite na boca”; D) “Leite na boca sim”; E) “Só não engulo”; F) “Até engolir pode ter algo”; G) “Soca o pau na garganta e goza”; H) “Se for limpinho eu engulo para você”; J) ou então, “Sempre cuspo”. Para visualizar de modo mais exemplificativo essa nossa categorização, visualize a sequência de prints abaixo disposta na Figura 1:

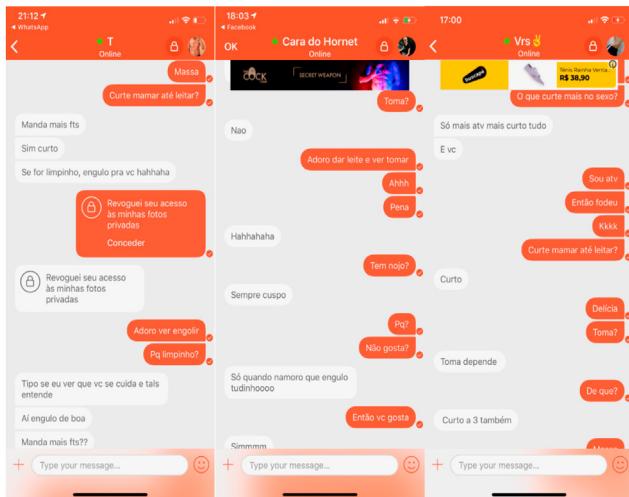


Figura 1. Sequência de prints correlacionada à categorização “Deposição Bucal, Deposição Bucal Seguida de Cuspe ou Ingestão de Esperma como uma Prática Sexual que Não Contrai IST’s”.

Fonte: Os autores.

A segunda categoria classificada por nós é a denominada de “Comportamento de Risco Explícito Correlacionado à Possibilidade de Adquirir IST’s”. Essa, por sua vez, é a mais alarmante de todas as categorizações. Para além do fato de a mesma ser a segunda tipologia de representação social mais veiculada/assumida pelos participantes, ela coaduna-se com a veiculação de uma perspectiva de prática sexual que admite, explicitamente e sem pudor, o risco de ser acometido por uma IST. Ou

seja, mesmo sabendo das possíveis complicações e perigos, o usuário praticará um ato sexual sem os recursos necessários à preservação de sua saúde e de sua integridade física. Tais representações ficam expressas nas seguintes falas: i) “Você é de boa, não tem nada”; ii) “Será o primeiro, mas pode”; iii) “Curto que leitam dentro”; iv) “#nopelo”; v) “barebaking”; vi) “Está a fim de leitar um cú?”; vii) “Quer barebaking ou não?”; viii) “Se pegar algo, trata ou morre”; ix) ou então, “Curto leitada no ‘cuzim’ e na boca?

A terceira categoria que edificamos denomina-se “Confiabilidade na Sorologia e/ou na Declaração de Outrem no que Tange o Risco de Contaminação por IST’s”. As representações sociais circunscritas a ela vinculam-se às percepções comunicadas pelos participantes sobre a confiabilidade gerada – em relação ao acometimento por uma IST – por um possível parceiro que tenha feito o teste para HIV, ou então, ter se declarado com a sorologia negativa para o HIV. Qual o grande problema dessa questão? Dimensionar níveis de confiabilidade e segurança a partir da declaração de um desconhecido. Ora, as comunidades médicas e de saúde brasileiras recomendam, inclusive, a utilização de preservativos entre casais justamente porque não é 100% seguro-confiável a realização de sexo com outra pessoa no que se refere ao acometimento de uma IST – até mesmo em relações mais fixas (Brasil, 2020b). Somado a isso, temos a subversão do fato científico de que o teste do HIV detecta se a pessoa está contaminada ou não; ou seja, não pode ser considerado um método preventivo, mas sim de monitoramento. Tais representações ficam explícitas nas seguintes falas: A) “Não tem nada, eu doei sangue” [ratificando que, por isso, é testado com frequência, afinal, doadores de sangue precisam fazer o teste]; B) “Sim, fiz o teste recentemente, também sou cagão”; C) ou ainda, “Faço exames, man”. Na Figura 2, temos a possibilidade de visualizar essas representações sociais sendo veiculadas:

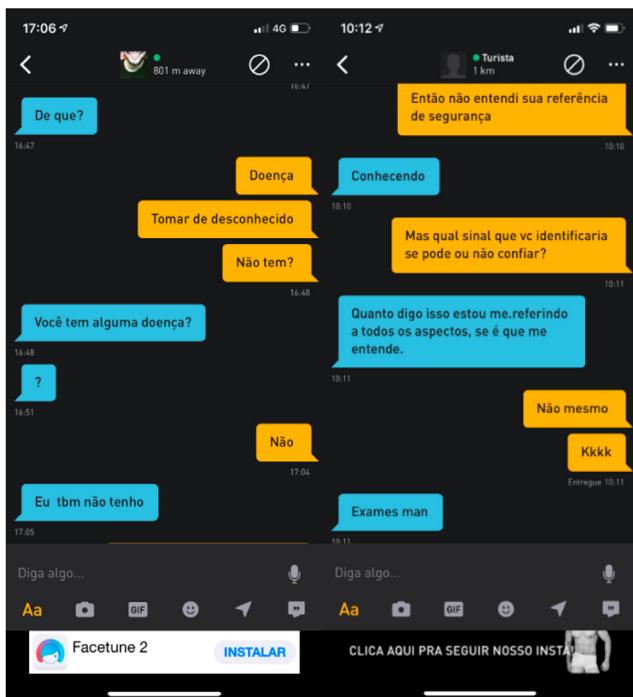


Figura 2. Seqüência de prints correlacionada à categorização “Confiabilidade na Sorologia e/ou na Declaração de Outrem no que Tange o Risco de Contaminação por IST's”.

Fonte: Os autores.

A quarta categoria que edificamos denominase “Uso de PrEP Contra a Possibilidade de ser Acometido por IST's”. A disseminação da PrEP no Brasil, enquanto política pública de saúde, vem se consolidando desde 2010, tal como já tivemos oportunidade de observar. Contudo, esse processo precisa ser acompanhado por ações educacionais sobre os riscos de, junto da utilização deste medicamento, não engendramos outras formas preventivas em IST's. Se isso não ocorrer, estamos diante da possibilidade de constituirmos mais problemas de saúde pública do que resoluções, afinal, a PrEP não previne, por exemplo, contra a Hepatites Virais, a Sífilis e a Gonorreia, por exemplo. Essa categoria é expressão contundente deste dilema; sintomaticamente, ela se posicionando em quarto lugar junto de nossa classificação categórica (certamente, posição de destaque).

O uso da PrEP é necessário para à construção de uma prática combinado-preventiva em IST's; ou seja, é um dos métodos empregados para que,

atualmente, a população sexualmente ativa consiga empreender suas práticas sexuais de modo mais seguro frente ao acometimento por IST's. Nesse sentido, o uso desse medicamento, cientificamente falando, é insuficiente para prevenir as IST's de modo geral (mesmo prevenindo a mais grave delas, o HIV). Contudo, a questão da confiabilidade, mais uma vez, se interpõe aqui. Inclusive até para a prevenção do HIV a PrEP não é 100% segura.

Como confiar com 100% de certeza que o possível parceiro, em sua declaração, é efetivamente usuário desse medicamento? Ou então, que ele consome corretamente esse medicamento? As representações sociais por nós levantadas conexas a esta categoria podem ser constatadas nas seguintes declarações: I) “Tem remédio para você tomar e não pegar AIDS”; II) “Você está no PrEP? Eu estou”; III) “Eu estou sobre PrEP”; IV) “Tomo PrEP”; V) “Me cuido tomando PrEP”. VI) “Sim, tomando PrEP, inclusive”.

A quinta categoria que construímos é a denominada “Aparência, Higiene, Apresentação, Beleza Pessoais e Beleza Genital como Mecanismo Gerador de Confiabilidade no que Tange o Acometimento por IST's”. Nesse caso, as representações sociais veiculados pelos usuários deixavam claro que eles empreenderiam práticas sexuais arriscadas desde que o possível parceiro fosse bonito, limpo/higiênico, “bem apresentado”, ou então, “detentor de um órgão genital/pênis bonito”. Este tipo de representação social subverte qualquer dado científico no que tange ao acometimento por IST's, afinal, boa parte dos marcadores que identificam a presença destas doenças no organismo humano não são verificáveis a partir das caracterizações supracitadas. Nesta categoria, nos deparamos com as seguintes afirmações/representações sociais: 1) “Depende da pessoa, se ela não gozar muito e ter o pau bonito”; 2) “Se for limpinho, engulo para você”; 3) “Tipo, se eu ver que se cuida e tal, aí eu engulo para você”; 4) ou então, “Depende da pessoa, se eu ver que a pessoa é boa aí eu tomo”.

A categoria de número seis, intitulada de “Dependendo do Tesão, o Risco Vale a Pena: Comportamento de Risco no que toca o Acometimento por IST's Condicionado pelo Libido e Vontade Exacerbados do Usuário”, reúne um conjunto de representações sociais veiculado por usuários que, diante do nível altíssimo de libido, se colocavam em risco e aceitavam o empreendimento de práticas sexuais arriscadas, ou seja, propícias ao acometimento por alguma IST. Nesta categorização, algumas afirmações que demarcam tal representação social foram interpostas, como por exemplo: a) “Depende do Tesão”; b) “Abaixa a minha cueca e soca, então”; c) “Estou com muito tesão”; d) e, ainda, “Doido de Tesão, doido para gozar gostoso... dependendo do momento”. Nesta categoria há uma dimensão analítico-psicológica que, em uma pesquisa futura realizada em conjunto com pesquisadoras da área de psicologia, poderia ser aprofundada. Afinal, aqui fica clara a necessidade de respondermos seguintes questões de modo correlacionado às análises que interpomos: quais os limites – em termos de determinação da ação, da atitude e do comportamento humanos – um conjunto de conhecimentos e saberes científico-peritos encontram diante da manifestação do desejo sexual humano em expressão amplificada ou hipersexualizada (contexto elementar dos aplicativos estudados)? Para esse momento, não temos repostas constituídas. Contudo, as representações sociais que coletamos diagnostica o panorama/conjuntura no qual essa inquietação se edifica. A sequência de prints que postaremos a seguir regista, na Figura 3, boa parte dessas problemáticas afirmações:

A sétima categoria que construímos nomeia-se de “Parceiras Sexuais com o Status de Relacionamento Sério (Namorando/Noivando/Casados), sejam Heterossexuais ou Homossexuais, são Menos Arriscados em Termos de Contracção de uma IST's”. Nesta categorização, os usuários afirmavam que ficariam mais à vontade para

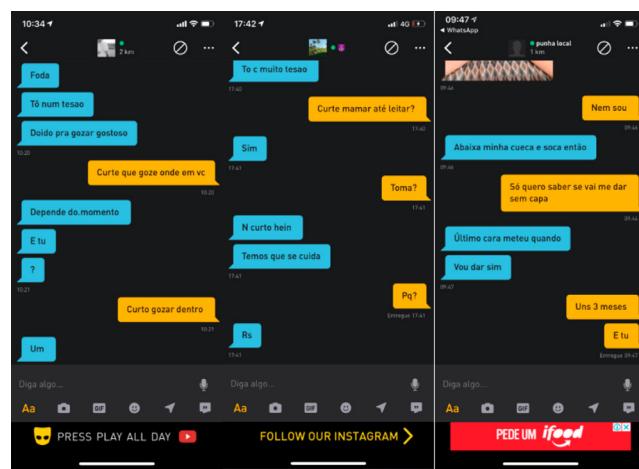


Figura 3. Sequência de prints correlacionada à categorização “Dependendo do Tesão, o Risco Vale a Pena: Comportamento de Risco no que toca o Acometimento por IST's Condicionado pelo Libido e Vontade Exacerbados do Usuário”.

Fonte: Os autores.

realizar práticas sexuais não seguras – em termos de IST's – desde que os possíveis parceiros dessa atividade conservassem um status de relacionamento, heterossexual ou homoafetivo, sério (seja namorando, seja noivando ou casado). É provável que essa percepção representacional dos participantes se liga à ideia de que estes parceiros: 1) possuem poucas/limitadas parcerias sexuais (pouca rotatividade); 2) ou então, por conta de uma constante preocupação com a integridade física do parceiro que está sendo “traído”, são mais cautelosos e cuidadosos com suas respectivas saúdes físico-sexuais¹. Mais uma vez, uma percepção sem nenhum respaldo científico e extremamente deficitária que ficou expressa, enquanto pesquisávamos, nas seguintes afirmações: A) “Não precisa, você é sigiloso”; B) “Prefiro feio sigiloso”; C) “Por ser casado exigente”; D) ou então, “Sou cagão, ainda mais namorando, não posso pegar nada, jamais”.

¹ Aqui, deve-se ficar claro, não estamos fazendo juízo de valor ao empregar o termo traído, qualificando moralmente assim, os atos sexuais interpostos por esses informantes em suas vidas. O que buscamos de fato é identificar alguns dos elementos circunscritos a a prática sexuais que, nesse caso, envolve a percepção/ consideração de uma terceira parte.

A partir da categoria oito, denominada de “Possibilidade de Reversão e/ou Mitigação dos Acometimentos por IST's”, passaremos a analisar as categorizações com menor incidência e representatividade amostral quando comparadas as que estudamos até este momento. Apesar da baixa incidência e representatividade, mantivemos a análise delas aqui e os motivos para isso serão justificados em nossas conclusões. Por hora, vemos que os informantes atrelados a esta categoria veicularam representações sociais que diziam sobre a possibilidade de mitigação, ou até mesmo reversão, de estados de saúde comprometidos pelo acometimento por uma IST. Até o momento, sabemos sim que o HIV tem tratamento e garante uma boa qualidade de vida. Contudo, ele é estigmatizador, custoso e difícil. Cura, para essa doença, ainda não existe. A crença nessa possibilidade de reversão e mitigação é problemática, em demasia. Em nossas análises, algumas afirmações iam ao encontro dessa representação deficitária, são elas: i) “Hoje em dia tem remédio para tudo, cara”; ii) “Toma remédio”; iii) e, por fim, “Tem remédios para isso”.

A nona categoria que estipulamos denominase “Pouca Frequência na Realização de Práticas Sexuais Arriscadas por Parte do Usuário ou de um Possível Parceiro Gera Segurança em Relação às IST's”. Nos diálogos estabelecidos e caso o informante interpretasse/entendesse que não praticávamos com frequência sexo inseguro, eles ficavam mais confiantes na proposição de práticas sexuais sem preservativos, ou seja, mais promotoras de IST's. Nesse espectro, a ideia que assegura a representação social está afeta ao princípio de rotatividade sexual. Menos rotatividade, mais seguro. Tal representação social ficou explícita nas seguintes falas: a) “Eu não faço muito isso”; b) ou “Só faço de vez em quando”.

A décima categoria constituída por nós denominase “Ejaculação Anal-Interna ou nas Mediações do Ânus não leva ao Acometimento por IST's”; ou seja, determinados informantes acreditavam

que a ejaculação anal não era “perigoso” no que tange às IST's. Nesse caso, práticas sexuais sem penetração deveriam ser realizadas até o momento da ejaculação que, ao ocorrer, poderia ser dentro do ânus ou em suas mediações (“na portinha”). Nessa perspectiva, a “fricção” anal é perigosa; o sêmen, seria estéril ou não acometeria por IST's ao ser depositado no interior do ânus ou em suas mediações. Tal representação é extremamente deficitária e afastada dos muitos princípios científicos afetos às IST's (comentados por nós em seção anterior). Esta representação social foi ratificada na forma das seguintes expressões: 1) “Goza bem na entrada”; 2) “Empurra com o pau””; 3) “Deposita só na portinha”; 4) ou então, “Goza na portinha, depois empurra”. De modo geral, essa foi uma representação social pouco frequente.

A categoria de número onze foi denominada de “Sexo Realizado Exclusivamente Com Ativos Diminui o Risco de ser Contaminado por uma IST's”. Aqui, o usuário afirmou que o fato de possível parceiro ser exclusivamente ativo diminui os riscos de ele adquirir uma IST; veja a fala dele: “Como só faço com caras que são exclusivamente ativos, diminui bastante o risco”. Certamente, essa afirmação não possui respaldo científico nenhum se comparado com as análises que realizamos.

Finalmente, a última categorização que elegemos denomina-se de “Sexo Anal é Mais Perigoso no Tocante à Contaminação por IST's”. Neste sentido, o informante acreditava que sexo anal era mais perigoso para a contração de uma IST, ou seja, fazia uma classificação das práticas sexuais quistas como as mais perigosas e as menos perigosas. Nesse diapasão, para fazer sexo sem preservativo, empreendia aquelas “menos perigosas”, excluindo assim, o sexo anal. O problema é que todas as práticas sexuais feitas sem uma preservação combinada pode acometer em alguma IST. Nesse sentido, mesmo tendo aquelas que são mais expositivas, não é interessante à saúde física e sexual dos sujeitos abrir “níchos” ou “brechas” de exposição (ainda mais quando elas não são

completamente seguras). Tal representação concretizou-se na seguinte fala: “Se gozar na minha boca e eu quiser cuspir eu posso, no cù não”.

5. Considerações Finais

Observando nossas análises, verificamos que os resultados dessa pesquisa, amplamente correlacionados à promoção de estratégias educacionais para a saúde, precisam ser dimensionados de modo mais apropriado segundo ao público que ele se dirige. Como vimos, muitos informantes profissionalmente identificados como formados em áreas amplamente correlacionadas às Ciências Médicas e da Saúde veicularam representações sociais acerca das IST's extremamente deficitárias/problemáticas. Nesse sendo, as estratégias em educação sexual suplantadas nessa pesquisa devem se dirigir a quem? Qual segmento deve ser educado sexualmente de acordo com os indicadores aqui interpostos? De modo ambivalente, tantos os grupos formadores (agentes de saúde/educadores, por exemplo), quanto o público geral (mais extensivo/dilatado) precisam ter uma formação acerca da temática circunscrita às doze categorias que arregimentamos.

A diferença é que os agentes formadores/educadores podem, estrategicamente, participar de um diagnóstico situacional com a finalidade de atestar os conhecimentos deles sobre as temáticas aqui elencadas e, caso esse panorama for positivamente/satisfatoriamente atestado, há a possibilidade de uma formação inicial antes do empreendimento de determinadas estratégias educacionais. Caso contrário, se o diagnóstico situacional apresentar alguns déficits, é possível remodelar e pensar em uma formação anterior “ao campo de atuação mais amplo convexo ao público em geral” (ou seja, uma formação anterior otimizada que, inclusive, supra os “gaps”

veiculados pelos resultados do diagnóstico situacional).

Nossa pesquisa, como salientamos e explicamos em nossa metodologia, é demasiadamente exploratória. Essa dimensão, em nossa perspectiva, determina em relação a ela certas potencialidades e determinados limites. Em termos de limites, deve-se ficar claro que:

1. É necessário constituir, em pesquisas futuras correlacionadas aos objetivos e à temática intrínsecos a este relatório, uma metodologia mais eficaz para empreendermos análises que correlacionem diferentes variáveis, como por exemplo, pertencimento profissional, grau instrucional e localização (este último, fundamental para a determinação da abrangência da pesquisa e, consequentemente, a possibilidade de comparações regionais e, até mesmo, internacionais).

2. As categorias que edificamos precisam ser sintetizadas: a) seja em suas nomenclaturas que até o momento estão muito extensas; b) seja na possibilidade de junção de algumas delas pois correlacionam-se e termos de classificação (por exemplo, as categorias números sete e nove engendram o predicativo da “baixa rotatividade sexual” como elemento central, nesse sentido, não seria interessante pensar em uma categoria capaz de correlacionar somente este elemento característico?). Neste momento, mantivemos esse “leque” mais amplos de categorias pois, ao serem testados e modo mais afetivo, poderão demonstrar a sua pertinência ou, até mesmo, a necessidade de descartá-las;

3. Um outro limite de nossa pesquisa vincula-se a possibilidade de compreensão de como tais categorias/representações sociais, por vezes tão defasadas/anacrônicas/deficitárias cientificamente, são constituídas. Por exemplo, como um indivíduo passa a acreditar que a ingestão de esperma não pode acometer em alguma IST? Ou então, como

ele crê que o esperma depositado em seu ânus de modo unívoco e direto (sem a fricção anterior) pode protegê-lo da aquisição de uma IST? Quais os processos sociais, culturais, educacionais, sociológicos, econômicos, políticos, morais e religiosos conduzem a essas representações? Certamente, responder tais questões não foi objeto de nossa pesquisa. Aliás, a maioria dos desígnios intrínsecos aos estudos vinculados à teoria das representações sociais com predisposição moscovicina resguarda mais uma perspectiva panorâmico-diagnóstico do que, necessariamente, originário-fundacional (esse é o caso, certamente, desta pesquisa). Diante disso, educadores, sociólogos, antropólogos, cientistas sociais e psicólogos sociais, por exemplo, podem observar tais “gaps”/lacunas e empreender pesquisas correlacionados a tais temas.

Em termos de potencialidades, amplamente correlacionadas à dimensão exploratória dessa pesquisa, devemos destacar que o aperfeiçoamento metodológico circunscrito as especificidades do estudo que aqui edificamos pode conduzir a ratificação de determinadas categorias constituídas, ou então, ao descarte delas. Veja, por quais motivos consideramos categorias que obtiveram, dentro de nossa população, uma incidência – em termos de veiculação de representações sociais deficitários – pouco expressiva (é o que se constata entre as categorias sete e doze).

Por se tratar de uma investigação exploratória, essas categorias poderão servir, minimamente, como hipóteses a serem perseguidas a partir do momento que houver uma metodologia mais solidificada no trato de dados geoprocessados/geolocalizados oriundos de aplicativos anônimos registrados/ capturados na forma de prints. Se trata de uma metodologia mais “justada” e consolidada justamente porque o empreendimento que estamos realizando com esta pesquisa é demasiado inédito, sendo assim, não é um déficit apresentar “entraves metodológicos”. Isso é, sobretudo, parte de um processo em construção. Diante disso,

mantivemos as representações sociais com baixa incidência representacional frente à população desta pesquisa, ratificando positivamente, as dimensões exploratórias correlatas a ela.

Por fim, é importante destacar que, diante dos supracitados limites e potencialidades de nossa pesquisa, emergiu dela alguns resultados, que podem ser lidos na forma de indicadores, correlatos à edificação de estratégias educacionais em saúde sexual mitigadoras de IST's que podem ser consideradas por educadores e/ou agentes de saúde durante o empreendimento de suas atividades formativas, educacionais e/ou de orientação. Certamente, tais indicadores estão demasiadamente coadunados às categorizações que edificamos. Diante disso, e respeitando a classificação que estipulamos, as estratégias educacionais em saúde mais dialógicas com a contemporaneidade correlatas ao combate da disseminação das IST's devem considerar:

- 1) De modo extremamente enfático, a disseminação de conhecimentos acerca de práticas sexuais vinculadas à oralidade, desmistificando assim, percepções correntes de que as IST's não podem ser adquiridas por meio da (i) deposição bucal de esperma, (ii) deposição bucal de esperma seguida de cuspe ou (iii) da ingestão integral do esperma do parceiro;
- 2) A veiculação de saberes que mostram que não é possível confiar, na maioria das circunstâncias, na: (i) declaração sorológico de outrem no que tange o risco de contaminação por IST's; (ii) na percepção de que o uso de PrEP é efetivo contra as várias probabilidades de acometimento por IST's; iii) na aparência, higiene, apresentação, beleza pessoais e beleza genital como mecanismos geradores de confiabilidade no que tange a aquisição de uma IST;
- 3) A construção de estratégias educacionais que demonstram que: i) parceiras sexuais com a status de relacionamento sério (namorando/noivando/

casados), sejam heterossexuais ou homossexuais, não são menos arriscados em termos de contração de uma IST; ii) as possibilidades de reversão e/ou mitigação de acometimentos por uma IST são extremamente custosas, estigmatizantes e arriscadas em termos de saúde físico-sexual (apesar dos grandes avanços terapêuticos da medicina nessa área); iii) que a pouca frequência na realização de práticas sexuais arriscadas por parte de um possível parceiro não gera segurança em relação à aquisição de uma IST; iv) a ejaculação anal-interna ou nas mediações do ânus pode, com grandes riscos, conduzir ao acometimento por uma IST;

4) A edificação de práticas educacionais que desmistifiquem que: a) o sexo realizado com ativos exclusivos diminui o risco de ser contaminado por uma IST; b) ou então, que o sexo anal é mais perigoso no tocante à contaminação por IST's por isso deve ser evitado.

De modo geral, essas são as nossas considerações finais e as recomendações subjacentes a esta pesquisa. Mesmo diante de alguns limites, conseguimos edificar algumas recomendações/indicadores que podem de modo estratégico promover uma educação para a saúde – em especial à saúde sexual – mais dialógica ao contexto comunicacional, tecnológico e sexual intrínseco à contemporaneidade na qual estamos inseridos. Além disso, podemos dimensionar algumas das potencialidades que podem dar maior fôlego à temática e aos objetivos desta pesquisa em oportunidade futuras.

6. Referências

- Alves-Mazzotti, A. J. (2008). Representações Sociais: aspectos teóricos e aplicações à Educação. *Revista Múltiplas Leituras*, 1(1), 18–43. <https://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/ML/article/view/1169/1181>
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Edições 70. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4295794/mod_resource/content/1/BARDIN%20L.%20281977%29.%20An%C3%A1lise%20de%20conte%C3%BAdo.%20Lisboa_%20edi%C3%A7%C3%A5o%20es%2C%2070%2C%20225.pdf
- Brasil. (2019a). *O que são IST's*. Disponível em: [https://antigo.aids.gov.br/pt-br/publico-geral/o-que-sao-ist#:~:text=As%20Infec%C3%A7%C3%A3o%20B%20es%20Sexualmente%20Transmiss%C3%A3o%20\(IST,uma%20pessoa%20que%20esteja%20infetada](https://antigo.aids.gov.br/pt-br/publico-geral/o-que-sao-ist#:~:text=As%20Infec%C3%A7%C3%A3o%20B%20es%20Sexualmente%20Transmiss%C3%A3o%20(IST,uma%20pessoa%20que%20esteja%20infetada)
- Brasil. (2019b). *Profilaxia Pré-Exposição (PrEP)*. <https://www.gov.br/aids/pt-br/assuntos/prevencao-combinada/prep-profilaxia-pre-exposicao/prep-profilaxia-pre-exposicao>
- Brasil. (2020a). *Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Atenção Integral às Pessoas com Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST)*. Ministério da Saúde. <https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de-conteudo/pcdts/2022/ist/pcdt-ist-2022isbn-1.pdf/view>
- Brasil. (2020b). *Boletim Epidemiológico: HIV/AIDS 2020*. Ministério da Saúde. https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2020/boletim-hiv_aids-2020-internet.pdf
- Brasil. (2022). *PrEP (Profilaxia Pré-Exposição)*. <https://www.gov.br/aids/pt-br/assuntos/prevencao-combinada/prep-profilaxia-pre-exposicao/prep-profilaxia-pre-exposicao>
- Corrêa, L. M. S. B., & Amaro, L. E. S. (2012). Os relacionamentos femininos e as novas formas de interação social digitalizada. *Revista Ártemis*, 14, 196–202. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/arteis/article/view/14302>
- Gaspi, S., Duarte, R. M., & Magalhães Júnior, C. A. O. (2020). O olhar docente acerca das metodologias ativas de aprendizagem: uma análise a partir da teoria das representações sociais. *Revista Vitruvian Cogitationes – RVC*, 1(1), 135–149. <https://doi.org/10.4025/rvc.v1i1.63592>
- Gehrke, M. I. E. (2002). *Rotinas digitais de comunicação pessoal: internet e sociabilidade contemporânea*.

- [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Lume. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1595>
- Goffman, E. (1988). *Estigma: Notas Sobre a Manipulação da Identidade Deteriorada* (4^a ed., M. B. M. L. Nunes, Trad.). Livros Técnicos e Científicos. <http://www.aberta.senad.gov.br/medias/original/201702/20170214-114707-001.pdf>
- Moscovici, S. (1978). *A representação social da psicanálise*. Zahar.
- Moscovici, S. (2003). *Representações Sociais: investigações em psicologia social* (3^a ed.). Vozes.
- Neves, S. L. (2010). *Hipertexto: um novo espaço de leitura e escrita*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Lume. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/141402>
- Oliveira, F. O., & Werba, G. C. (2013). Representações Sociais. In M. N. Strey, P. Guareschi, T. M. G. Fonseca, M. G. C. Jacques, S. A. Carlos, & M. G. Bernardes, *Psicologia social contemporânea: livro-texto* (pp. 104–117). Vozes.
- Oxford. (2024). Hashtag. In *Oxford Dictionary*. Recuperado June 19, 2024, de <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/oxford>
- Scheunemann, C. M. B., & Lopes, P. T. C. (2018). Análise de um hipertexto digital no ensino de ciências: percepções de alunos do ensino fundamental. *REnCiMa*, 9(5), 14–35. <http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/renxima/article/view/1654>





ENSEÑAR FÍSICA CLÁSICA MEDIANTE EL TEATRO: UNA APUESTA POR LA COGNICIÓN CORPORIZADA

TEACHING CLASSICAL PHYSICS USING THE THEATER: A COMMITMENT TO EMBODIED COGNITION

O ENSINO DE FÍSICA CLÁSSICA ATRAVÉS DO TEATRO: UM COMPROMISSO COM A COGNIÇÃO INCORPORADA

Carolina Cárdenas Roa* , José Joaquín García García** 

Cómo citar este artículo: Cárdenas Roa, C. y García, J. J. (2024). Enseñar Física clásica mediante el teatro: una apuesta por la cognición corporizada. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 358-374.

<https://doi.org/10.14483/23464712.20056>

Resumen

El estudio se orienta a evaluar el impacto del uso del teatro físico en el desarrollo de habilidades socioemocionales y en el aprendizaje de la Física clásica, en estudiantes con y sin discapacidad en la escuela secundaria inclusiva de la ciudad de Medellín (Colombia). En este artículo se presentan los avances en la construcción de la propuesta de intervención “El cuerpo como laboratorio de Física”, la cual se fundamenta en las teorías de la *razón sensible* y la *cognición corporizada*, y articula la experimentación de los conceptos asociados a las tres leyes de Newton con los principios del teatro físico. La iniciativa se diseñó en tres fases: conceptual, implementación y retroalimentación y de entrega. Dentro de cada una de estas se dispusieron de diferentes instrumentos cualitativos que permitieron cualificar la experiencia.

Palabras clave: física, teatro, habilidades socioemocionales, discapacidad.

Recibido: 24 de Octubre de 2022; aprobado: 24 de abril de 2024

* Doctora en Educación con énfasis en Educación Especial. Universidad de Antioquia. Colombia. carolina.cardenas@udea.edu.co

** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Antioquia. Colombia. jose.garcia@udea.edu.co

Abstract

The study is aimed at evaluating the impact of the use of Physical Theater in the development of socio-emotional skills and in the learning of Classical Physics in students with and without disabilities in the inclusive secondary school of the city of Medellín - Colombia. This article presents the progress in the construction of the intervention proposal: The body as a Physics Laboratory. This proposal is based on the theories of Sensible Reason and Embodied Cognition and articulates the experimentation of the concepts associated with Newton's three Laws with the biomechanical and theatrical principles of Physical Theater. The proposal was designed in three phases: conceptual phase, implementation and feedback phase, and delivery phase. Within each phase, different qualitative instruments were available that allowed the proposal to be qualified: The Body as a Physics Laboratory.

Keywords: physics; theater; socio-emotional skills; disability

Resumo

O estudo tem como objetivo avaliar o impacto do uso do Teatro Físico no desenvolvimento de competências socioemocionais e na aprendizagem da Física Clássica em alunos com e sem deficiência da escola secundária inclusiva da cidade de Medellín - Colômbia. Este artigo apresenta o avanço na construção da proposta de intervenção: O corpo como Laboratório de Física. Esta proposta baseia-se nas teorias da Razão Sensível e da Cognição Corporificada e articula a experimentação dos conceitos associados às três Leis de Newton com os princípios biomecânicos e teatrais do Teatro Físico. A proposta foi desenhada em três fases: fase conceitual, fase de implementação e feedback e fase de entrega. Dentro de cada fase foram disponibilizados diferentes instrumentos qualitativos que permitiram qualificar a proposta: O Corpo como Laboratório de Física.

Palavras chave: física; teatro; habilidades socioemocionais; deficiência

1. Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en las escuelas inclusivas presentan diversas problemáticas. La primera está relacionada con la descontextualización de los planes de estudio propuestos por las instituciones escolares bajo las directrices del Ministerio de Educación Nacional. La segunda tiene que ver con los bajos puntajes que obtienen los estudiantes en las evaluaciones nacionales en el área de ciencias. Y la tercera se refiere a la ausencia de emociones ligadas al pensamiento en los procesos formativos de los estudiantes, bajo la creencia de que razonar y sentir son opuestos o contradictorios. Vinculados a las problemáticas anteriores, aparecen los nuevos retos que implican los principios de la inclusión educativa, en donde esta debe ser para todos, independiente de las condiciones físicas, sensoriales, emocionales, psíquicas, cognitivas, culturales, étnicas, políticas y sociales de los estudiantes.

Estas problemáticas evidencian la necesidad de consolidar estudios que problematizan el aprendizaje y la enseñanza de los saberes de las Ciencias Naturales, entre ellos, la Física clásica, desde nuevos postulados teóricos. Así, la innovación en los contextos educativos no solo se orientará a la implementación de estrategias didácticas que atiendan procesos de aprendizaje, sino principalmente, se dirijan a la búsqueda de soluciones a las necesidades de tipo social que generan el analfabetismo emocional y el analfabetismo científico en los jóvenes que transitan en la escuela sin que esta dé respuesta a sus proyectos de vida.

La propuesta está fundamentada en la neurofisiología contemporánea que relaciona el cuerpo, las emociones y el cerebro a través de la mente, entendida como un dispositivo que permite el aprendizaje (Damasio, 1994, 2005, 2017; Restrepo, 2018). La estructuración de la mente desde la relación anterior constituye la

base teórica de la cognición corporizada (Foglia y Wilson, 2013; Clark, 1999). Según esta teoría, todo aprendizaje pasa primero por el cuerpo a través de las emociones y los sentimientos; además, no se aprende a través del cuerpo, sino con el cuerpo. Este argumento se distancia del empirismo tradicional que acude a artefactos externos de experimentación para propiciar el aprendizaje, y propone a la experiencia corporal como su principal fuente.

De acuerdo con lo anterior, articular el teatro a la enseñanza y el aprendizaje de la Física implica vincular las emociones, el cuerpo, el cerebro para propiciar aprendizajes situados (García et al., 2019). Históricamente, el teatro en la escuela se había limitado como recurso para desarrollar habilidades sociales, comunicativas, corporales e histriónicas, sin ser vinculado a la enseñanza de la Física, la Química, la Biología o la Geografía. Sin embargo, estudios de Harrinson y Treagust (2006); Aikenhead y Jegede (1999) (citados por García et al., 2019); Goldman (1968, citado por Villalpando, 2010), empiezan a evidenciar las relaciones entre los procesos de comprensión, invención, aplicación, manipulación y transformación con sistemas simbólicos propios del campo científico y el teatro, que, al parecer, desde las dimensiones corporales y simbólicas, propician esos procesos.

Esta propuesta busca evaluar el impacto del uso del teatro en el desarrollo de habilidades socioemocionales y en el aprendizaje de la Física clásica en estudiantes con y sin discapacidad en la escuela secundaria inclusiva. Para ello, se diseña una propuesta de intervención que articula el teatro físico y los conceptos asociados a las tres leyes de Newton, en una secuencia de talleres que van siendo diseñados y reestructurados a medida que se implementan con la población estudiantil.

2. Marco de referencia

La elaboración de la propuesta se fundamenta en dos marcos teóricos: en primer lugar, los filosóficos

concernientes a la razón sensible y, en segundo lugar, los epistemológicos y neurocientíficos que la fundamentan. Estos marcos teóricos suponen la inclusión en la propuesta de intervención para la enseñanza de la física clásica, de marcos conceptuales como cognición corporizada, habilidades socioemocionales y el teatro aplicado. Así mismo, dichos marcos entran en interacción con dos elementos que surgen del contexto y el carácter de la población objeto de aplicación de la intervención: discapacidad e inclusión.

2.1 Fundamentos filosóficos de la razón sensible

Amar (2000) plantea que la educación se puede entender como un núcleo que articula dos elementos que se tensionan: las costumbres y los cambios; relación que permite a la educación una postura transformadora orientada al desarrollo de la condición humana. Así, aparecen los valores culturales y sociales que, a su vez, son influenciados por juicios morales provenientes de los grupos y movimientos sociales y científicos, y que, indudablemente, se vinculan a la educación.

De esta manera, la historia de la humanidad se ha edificado a partir de una serie de preguntas que facilitaron la de conocimiento. En un primer momento histórico surgió el interrogante por la formación cosmopolita que permitiera el aprendizaje de vivir juntos como grupo social, lo que dio origen a la razón griega, que priorizaba la participación colectiva e igualitaria de los ciudadanos (Muñoz, s. f.). En continuidad cronológica aparece la *razón ilustrada*, que consideraba como valor central la *razón formal*, determinada por la necesidad que tenía el hombre de dar rigurosidad a las ciencias exactas a través del método científico, para desmitificar que los eventos naturales y sociales provenían de la divinidad (Horkheimer y Adorno, citados por Méndez, 2015). Es propio de ese momento histórico la preocupación de las ciencias por el funcionamiento del cerebro, la estandarización y planteamiento de las reglas generales para explicar

el comportamiento humano y el aprendizaje. Igualmente, es cuando la razón ilustrada empieza a dar luces a la *tecnología educativa* que regulaba la enseñanza a partir de procesos hiperestructurados de enseñanza, entre ellos los objetivos taylorianos.

Derivada de la anterior, se instaura la *razón instrumental*, que mantiene la búsqueda del absolutismo positivista, y además de la imposición de la razón formal, incluye valores relacionados con el poder tecnocrático, representado en bienes materiales, tecnológicos y científicos. La acumulación de dichos bienes está orientada a dominar a otros, a partir de prácticas que los anulan como sujetos, que los violentan y que los expulsan, quitándoles el valor. La ciencia sin conciencia, el consumismo sin límite, las relaciones sin respeto, la adicción sin control y la política sin ética forman parte de los fenómenos que ha generado la razón instrumental.

García y Parada (2017) plantean cómo la razón instrumental se pone al servicio de los intereses económicos de sujetos o grupos, para alcanzar fines, sin importar que estos carezcan de reflexión, y se olvidan la bondad, la verdad o la solidaridad. Así, las prácticas educativas son invadidas por principios tecnocráticos que instauran en las escuelas currículos sin vida, en donde los estudiantes no tienen experiencias vitales orientadas al aprendizaje basado en experiencias que los sensibilice ante el mundo y sus problemáticas; que les posibilite la crítica y el planteamiento de proyectos de vida que no se limitan a la adquisición de capital que determine su valor con sujetos.

La crisis del positivismo jurídico es expuesta por Habermas (1987) para describir el estado caótico contemporáneo que ha separado lo individual de lo colectivo y que urge ser comprendido para recomponer los daños propios de la razón instrumental. Para este autor, la interacción humana, mediada por el lenguaje, determina la *praxis humana*; además, retoma el objeto simbólico y desestima el objeto material como

única forma de relación. Así, se constituye la *razón ética* que debe articularse en tres esferas: la ciencia con la vida, las prácticas sociales con los procesos intelectuales personales, y la sociedad con la cultura (Horkheimer, 1974).

Como posturas críticas a la razón ética, aparecen la *razón poética* de María Zambrano (1996) y la *razón sensible* propuesta por Maffesoli (1997). La razón poética plantea que, desde una perspectiva pragmática para comprender la humanidad, se corre el riesgo de que lo cercano pierda su comprensión y el razonamiento se reduzca a lo inductivo y lo deductivo. Por otra parte, el planteamiento de la razón sensible de Michel Maffesoli se orienta a la comprensión polifónica de la realidad desde la dimensión afectiva, sensible y estética. Así, para Zambrano y Maffesoli, la razón implica al corazón, y el sujeto hace parte de la estructura del conocimiento, y con él, la estética y la ética. Al respecto, según Ortega y Gasset (1983), la realidad tiene un carácter dramático; esta no la constituyen cosas físicas o asuntos psíquicos, sino *algo que nos pasa*. Por ende, la razón no es pura, ni lógica, sino vital.

La razón poética y la razón sensible les permiten a los sujetos habitar los contextos junto con sus realidades sociales, políticas, culturales y ambientales, para entrelazar comprensiones que pasan por la reconstrucción de la realidad y la sensibilización ante ella. Así, el conocimiento pasa por lo poético, lo artístico y lo científico, lo cual habilita una conciencia crítica y reflexiva de lo real y le da sentido a quien lo conoce. De acuerdo con García (2014), sentir dota al sujeto del sentido íntimo, e incorpora el conocimiento a dicho sentido, lo que posibilitaría cambiar las formas de ser, estar y actuar en el mundo. Desde la razón sensible se sustenta la necesidad de volver al cuerpo como sustancial y no como circunstancial. De esta manera, los sentidos como fundamento en la cognición corpórea sumergen al sujeto en el mundo y lo involucran en él (Le Breton, 2007). Así, Le Breton (2007) afirma que los sentidos son centrales en la elaboración corpórea, que ubican e

involucran al individuo con el mundo, igualmente, argumenta que el “individuo solo toma conciencia de sí a través del existir” y “el cuerpo es la proliferación de los sensibles” (pp. 13, 11).

Serres (2006, citado por García, 2015) afirma que se debe renunciar a las formas contemporáneas del saber, ya que han demostrado su fracaso en la formación humana, han desfigurado a los seres humanos y les han restado su derecho a contemplar, oler y sentir el mundo, lo que los lleva a la desesperanza y a la muerte (Serres, 2006, citado por García, 2015). Por tanto, se deben recuperar el cuerpo y los sentidos para comprender las formas empíricas que dan lugar a la construcción del conocimiento y posicionan la vida en la relación saber/conocer.

2.2 Fundamentos epistemológicos de la razón sensible

Profundizar sobre la reivindicación del cuerpo y los sentidos en la construcción del conocimiento implica abordar las nuevas teorías sobre el funcionamiento de la mente. Al respecto, Damasio (1994) ha sugerido que la mente humana debe estudiarse como un organismo completo, que tiene un cuerpo y un cerebro y que son interactivos con el ambiente físico y social. Desde los postulados de este autor, el análisis simplista del cerebro como centro de cómputo que desarrolla funciones mentales, dadas por reacciones químicas, y fisicoquímicas, no se aproxima realmente a la complejidad del funcionamiento de la mente. Para plantear su teoría, Damasio (1994) plantea el marcador somático para demostrar que el cuerpo aprende antes que el cerebro. Por tanto, el estudio de la mente debe comprender cómo el cuerpo reconoce las emociones y los sentimientos, y regula el funcionamiento neurológico.

2.2.1 ¿Qué son las emociones desde la teoría de Damasio?

Damasio (1994) expone que las emociones son el resultado de los procesos fisicoquímicos que

posibilitan un equilibrio de los individuos ante el medio. Entonces, son disposiciones funcionales que posibilitan la regulación automática para la vida. Las emociones son observables y están dispuestas en la estructura funcional del cuerpo y la mente de un sujeto. El autor argumenta que dichas emociones incluyen un determinado *estilo de pensamiento*; por ejemplo, si se tiene un estilo negativista, las emociones estarán mediadas por la tristeza.

2.2.2 ¿Qué son los sentimientos en la teoría de Damasio?

Para Damasio (1994), los sentimientos son las correspondencias propias de las emociones, y son más complejos, de tipo mental. Los sentimientos son de orden privado, no son medibles ni observables. Este autor plantea que los sentimientos se relacionan con las sensaciones que se experimentan cuando se tiene una emoción.

Según Damasio, los sentimientos y las emociones que experimentan los sujetos de un mismo objeto, situación o fenómeno, tienen diferencias neurológicas que determinan sus sentimientos y, con ellos, sus sensaciones, así, las emociones son causales de los sentimientos y de las sensaciones.

Damasio (2017) argumenta que los sentimientos dieron origen a las culturas humanas, no solo desde el orden mental, sino también biológico. La vida regulada, entendida como el estado de bienestar que un organismo busca para mantener y garantizar su continuidad, está dada por un proceso denominado *homeostasis*. Esta tiene que ver con que los sentimientos han posibilitado la evolución de la especie humana ya que le permite la preservación de la vida; gracias a estos, el ser humano configura una memoria que la proyecta a futuro. La homeostasis se entiende como la relación entre el sentir y la condición de regular la vida; aquí las emociones tienen una función adaptativa que se va convirtiendo en automática

e innata para que un organismo se regule ante el bienestar y la integridad.

En su teoría, Damasio (1994, 2005) propone niveles consecuentes que describen cómo el cuerpo se conecta con la mente a través de las emociones y los sentimientos. En un primer nivel aparecen las emociones, que, a su vez, se dividen en primarias y secundarias. Las primarias están asociadas a los instintos como el miedo, el asco, el asombro, la sorpresa; las segundas se definen como la capacidad comunicativa y colaborativa del organismo, por ello son más complejas. Las emociones secundarias incluyen niveles de representación en relación a otros individuos, como la empatía, la gratitud, la simpatía, la culpabilidad, la envidia, la indignación, la vergüenza, entre otras. Tanto las emociones primarias como las secundarias conducen a las emociones de fondo que refieren específicamente a los estados corporales de un organismo, sean momentáneos o indefinidos. Entre las emociones de fondo están el entusiasmo, la fatiga, el malestar, la tranquilidad.

El segundo nivel planteado por Damasio lo constituyen las sensaciones, que corresponden a la representación de las emociones. Dichas sensaciones son comparadas a través de una metáfora de *imágenes* que implican pautas neuronales que indican dolor, placer o emoción. Para este autor, las sensaciones son formas de metarrepresentación; se asocian a las emociones para generar estados corporales que originan los sentimientos (Damasio, 2010). El último nivel corresponde al de la conciencia central y ampliada, las cuales consolidan la razón superior y se orientan a la formación de nuevas representaciones basadas en las metarrepresentaciones del segundo nivel. En este último nivel, la conciencia central lleva al sujeto dar respuestas complejas a través de imágenes conscientes e inconscientes en un momento y lugar del aquí y el ahora. Por su parte, la conciencia ampliada permite al sujeto un futuro anticipado a partir de sensaciones elaboradas del ser. Esto

posibilita al sujeto proyectar una interacción en el tiempo desde una conciencia del "yo".

Los fundamentos anteriores introducen las relaciones entre mente y cuerpo, si se comprende que las emociones suceden en el cuerpo, y los sentimientos y sensaciones corresponden a acciones mentales provenientes de ese cuerpo a través de los sentidos y otros procesos como la percepción interoceptiva (visceral), cinestésica y esterognóstica.

2.3 Cognición corporizada

Con las nuevas demostraciones de la neurología y el funcionamiento de la mente, se introduce en la psicología cognitiva nuevas perspectivas teóricas para explicar el aprendizaje, entre ellas: la teoría de la mente extendida, la cognición corporizada y la mente enactiva. Aunque este estudio se centra en la cognición corporizada, es importante entender las otras dos teorías que le dan contexto teórico. Así, la mente extendida argumenta que dicha mente no se encuentra en la cabeza, es decir, esta emerge cuando el sujeto interactúa con el entorno, por tanto, el entorno forma parte de la cognición y la estructuración mental (Clark y Chalmers, 1998; Bedia y Castillo, 2010).

La mente enactiva refiere a los procesos mentales que surgen de experiencias corporales que los sujetos tienen con otros, es decir, la cognición también contempla las relaciones corporales con otros. Una vez corporizada, retoma la teoría de la mente extendida y propone que el cuerpo forma parte de la estructura cognitiva, es decir, el cuerpo no es un mecanismo de ingreso de información para que el cerebro opere y se desarrolle, sino que está implícito, no como mediador, más bien como parte del mismo sistema (Foglia y Wilson, 2013). En consecuencia, lo mental es una actividad que surge de lo corporal, ya que la cognición es inseparable de la percepción-acción, que además tiene presencia en un contexto cultural, social y ecológico (Lozada, 2014).

2.4 La Física y la corporalidad

La Física es la ciencia que estudia las interacciones en los diferentes fenómenos del universo. La energía, la materia, el espacio tiempo y las interacciones que se dan entre ellos constituyen sus objetos de estudio. Dentro de esta ciencia, se estudian las propiedades de los cuerpos y las fuerzas que los modifican, las transferencias de energía y las interacciones que se dan entre las partículas.

Históricamente, la Física parte de las preguntas que formula el ser humano por el cosmos y cómo funciona. Las primeras teorías suponían que el funcionamiento del universo era diferente al de la naturaleza en la Tierra. La teoría geocéntrica que Aristóteles planteó en el siglo IV a. C. fue desarrollada a través del método deductivo que partía de la lógica y que no utilizó la experimentación para ser validada. Según esa teoría, la Tierra era el centro del universo. En ese mismo siglo empezaron a teorizarse principios de la filosofía de la naturaleza, que era la Física de la época, que inició con el estudio de fenómenos como el fuego, el viento y las mareas. Entre los pensadores de la época estuvieron Tales de Mileto, Leucipo y Demócrito. Con el Renacimiento y la Revolución Científica, entre los siglos XV y XVII, se impusieron los métodos inductivos y científicos para empezar a estudiar el cosmos apartándose de la visión aristotélica, geocéntrica y divina. Para esa época, Copérnico propuso la teoría heliocéntrica, y Kepler, las tres leyes de movimiento planetario y los principios de la óptica. Las hipótesis de estos pensadores consistían en que el movimiento en el cosmos podía ser explicado por el movimiento en la Tierra.

El conocimiento matemático fue fundamental para el Renacimiento, ya que recurrir al método científico suponía un lenguaje que articulara los análisis con las observaciones para demostrar las comprensiones. Por tanto, la Matemática se constituyó en dicho lenguaje, a partir de la

elaboración de modelos para comprender el funcionamiento y las interacciones de los elementos del universo. La teoría de coordenadas cartesianas, la duda metódica de Descartes y los desarrollos tecnológicos de Galileo Galilei son consecuencia de la utilización de conceptos matemáticos para explicar fenómenos naturales.

La Matemática como lenguaje universal para explicar la naturaleza instauró en la Física el *principio de causalidad*. Por otra parte, la crisis de la Royal Society convocó a los filósofos de la naturaleza a demostrarlo a través de un lenguaje matemático, conocido como ciencia. La participación de Newton entre el grupo de filósofos, lo llevó a reflexiones y experimentaciones sobre el movimiento de los cuerpos, gracias a las cuales propuso las leyes del movimiento: la inercia, la relación entre fuerza y aceleración, y la de acción y reacción; además del principio de gravitación universal. Dichas leyes se constituyen en los fundamentos de la Física clásica.

La historia de la Física continúa, y con ella, nuevos campos de estudio como la acústica, la óptica, la termodinámica y el electromagnetismo. Posteriormente, se desarrollan otras áreas que se relacionan con fenómenos nucleares como la Física del estado sólido, las teorías cuánticas y la relatividad.

El recorrido histórico muestra cómo la observación del cosmos llevó a hipotetizar su funcionamiento, y también a construir posibles teorías que lo explicaran. De igual forma, el tacto, la visión, la cinestesia y la estereognosia llevaron a los filósofos de la naturaleza a preguntarse por el comportamiento del agua, del fuego y de los objetos al moverse. De la experimentación corporal y mediada por los sentidos empiezan a estructurarse hipótesis que, según el momento histórico, hicieron uso de métodos deductivos o inductivos para argumentar la elaboración de las teorías. Es decir, que la historia de la Física, entendida primero como filosofía de la naturaleza,

y posteriormente como ciencia Física, surge de preguntas que formula el ser humano a partir de experiencias corporales en un tiempo, un espacio y un contexto.

2.5 Habilidades socioemocionales

Tradicionalmente las habilidades socioemocionales se limitaban a la capacidad que tenía un individuo para regularse socialmente y sus propias emociones, para que estas no afectaran su relacionamiento social. Según Rendón y Cuadros (2011), la competencia socioemocional implica que los sujetos identifiquen, interpreten, argumenten y resuelvan problemas socioemocionales, mediante la integración de valores, conocimientos y habilidades sociales y emocionales para actuar en una realidad. Como competencia, la habilidad emocional debe integrar el saber ser, el saber hacer y el saber conocer, por tanto, esta competencia es multidimensional: cognoscitiva, actitudinal y conductual (Rendón y Cuadros, 2011).

Sin embargo, los fundamentos expuestos sobre la razón sensible y la epistemología de dicha razón, direcciona las habilidades socioemocionales hacia una arista epistemológica, que además de lo planteado por Rendón, refiere a que dichas habilidades son mecanismos que permiten a los seres humanos el aprendizaje, y apropiarse de una realidad que construyen como propia. Por tanto, las emociones, las sensaciones y los sentimientos han hecho posible la supervivencia de la humanidad, lo que implica un aprendizaje. Aprender desde lo emocional, proyectado a lo individual y social lleva al desarrollo de habilidades propias de los saberes disciplinares donde el cuerpo es fuente de aprendizaje.

2.6 El teatro como estrategia pedagógica

El teatro hace forma de las artes y ha sido utilizado en diferentes campos, entre ellos: la psicología, la sociología y la educación. En psicología, ha tenido una finalidad terapéutica, en donde se ha

recurrido a la improvisación, el monólogo, entre otros. En el campo sociológico, ha tenido una función de sensibilización y reconocimiento de problemas sociales, manifestaciones culturales y teológicas y posturas críticas. En la educación, ha tenido diferentes funciones: desarrollo de habilidades sociales, comunicativas e incluyentes; además de la función expositiva para acercar a los estudiantes a conceptos o perspectivas teóricas o de entretenimiento o socialización.

Sin embargo, el teatro utilizado en la enseñanza se articula con los elementos de la cognición corporizada y los saberes disciplinares y no disciplinares que circulan en la escuela. Lo anterior se sustenta en la medida en que el teatro es un escenario en el que aparece la empatía emocional. Igualmente, el teatro implica la cooperación, la sensibilidad, la memoria, el recuerdo; para lo cual retoma las emociones, los sentimientos, la conciencia, la simbolización, la imaginación, la expresión corporal, la creatividad, la experiencia sensorial, la autorreferenciación y el lenguaje. Al vincular estos elementos con enseñanza de saberes disciplinares, la experiencia de aprendizaje está determinada por conceptos que pasan por la corporalidad y los sentidos, en donde emergen emociones, sensaciones y sentimientos.

2.7 Teatro en la Enseñanza de las Ciencias

El evento histórico más documentado que relaciona la ciencia y el teatro se ubica entre el 427 y el 347 a. C., en Atenas, donde hay evidencias de las representaciones teatrales que se realizaban de los discursos de Platón, y sucesivamente para obras de Aristóteles, Copérnico, Leibniz. Estos antecedentes históricos se mantienen vigentes en muchos contextos de Enseñanza de las Ciencias en los que el teatro tiene como finalidad la presentación de obras teatrales relacionadas con los saberes científicos para espectadores interesados o no por esta. Sin embargo, estudios de Goldman (1968, citado por Villalpando, 2010) muestran que las ciencias y las artes requieren de operaciones

que implican lectura, invención, aplicación, manipulación y transformación con y a través de sistemas simbólicos propios de cada campo, pero lo que los une son dichas operaciones.

Al respecto, Harrison y Treagust (2006, y Aikenhead y Jegede (1999) (citados por García *et al.*, 2019) plantean que el aprendizaje de las ciencias supone moverse en dos mundos: el de la ciencia y el de la vida, lo que implica elaborar formas de ver, significar y explicar la ciencia y la vida, tal como lo plantea Aikenhead (2001, citado por García *et al.*, 2019). Esto podría facilitar la explicación de la vida a través de la ciencia mediante el recurso teatral. Este último, orientado hacia la Enseñanza de las Ciencias, en donde los sujetos no son espectadores sino expositores, supone retomar la dimensión corporal desde las emociones, los sentimientos y las sensaciones que les posibilitan a los estudiantes reconstruir una realidad que pasa por la comprensión a través de la sensibilidad, es decir la experimentación con su propio cuerpo. El teatro para aprender Ciencias también propicia inferencias, además de transformar y manipular realidades percibidas por otro; y pone en el centro al estudiante, su cuerpo y su experiencia.

2.8 Teatro físico

El teatro utilizado en la enseñanza se articula con los elementos de la cognición corporizada y los saberes disciplinares y no disciplinares presentes en la escuela. Es un escenario en el que aparecen la empatía emocional, la cooperación, la sensibilidad, la memoria, el recuerdo; para esto, retoma las emociones, los sentimientos, la conciencia, la simbolización, la imaginación, la expresión corporal, la creatividad, la experiencia sensorial, la autorreferenciación y el lenguaje. Específicamente, el teatro físico es una forma teatral que privilegia el aspecto plástico corporal sobre el protagonismo del texto verbal como forma expresiva y dramática exclusiva que es el cuerpo mismo (Vanegas, 2019). En esta forma teatral, el cuerpo es la herramienta;

a la vez, es donde acontece toda la acción teatral que se expresa en una gramática y una dramática particular a través de un movimiento escénico. Por tanto, el cuerpo requiere de una conciencia corporal que se desarrolla a partir de los principios de la biomecánica (Meyerhold, s. f., citado por Vanegas, 2019), que es la ciencia que estudia las fuerzas y las aceleraciones que actúan sobre los organismos. La biomecánica en el campo del teatro físico “es un sistema que permite al actor ser consciente de sus movimientos en escena a partir de un proceso de entrenamiento que le posibilita manejar a voluntad cada uno de sus movimientos; el cuerpo es una máquina el actor un maquinista” (Meyerhold, 2008, citado por Vanegas, 2019, p. 49). Los principios del teatro físico son la alteración del equilibrio, el desplazamiento del peso y la segmentación del movimiento, que se implementan a través de talleres formativos.

2.9 Inclusión

La inclusión alude al pleno desarrollo, a la libertad, a la autonomía, al acceso, a las adaptaciones, a los ajustes, al reconocimiento de las identidades, a las diversidades, a las diferentes capacidades, a la equidad, a la riqueza de lo plural, que relacionados con las políticas y las prácticas configuran escenarios de participación, formación y desarrollo, que se describen como incluyentes. No se puede hablar de inclusión, si solo se determina que esta se logra en la escuela, o en la casa, porque su existencia es múltiple, está presente en diferentes escenarios, sectores y prácticas. Se debe hablar de países, sociedades, comunidades y economías incluyentes.

La inclusión ha posibilitado que quienes no tuvieron voz, ni voto, ni presencia, ni reconocimiento por condiciones de raza, nacionalidad, género, identidad sexual, diversidad funcional, condición de enfermedad, etc., estén en condiciones de equidad para ejercer sus derechos, ya sea educativos, de participación ciudadana, de salud,

de participación política, de acceso a los servicios públicos, entre otros.

En el campo educativo, la inclusión se ha orientado, entre otras, a la atención educativa a la población con discapacidad o con capacidades o talentos excepcionales. La política del Estado busca ser garante del derecho a la educación en Colombia y asegurar permanencia en el sistema educativo de toda la población en edad escolar. En este proceso debe garantizarse la accesibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad (Tomasevski, 2004), lo que exige el desarrollo de estrategias, proyectos y modelos educativos flexibles que respondan a las necesidades educativas de la población con discapacidad o con capacidades o talentos excepcionales.

3. Metodología de investigación

El estudio tiene por objeto evaluar el impacto de la utilización del teatro físico en el desarrollo de habilidades socioemocionales y en el aprendizaje de la Física clásica en estudiantes con y sin discapacidad escolarizados, de la ciudad de Medellín (Colombia). La variable independiente en este estudio es la estrategia teatral como recurso para la enseñanza de la Física clásica denominada “El cuerpo como laboratorio de Física”. Las variables dependientes son las habilidades socioemocionales, el aprendizaje de conceptos asociados a las tres leyes de Newton y el nivel de inclusión en el aula.

La población participante está constituida por 16 estudiantes con y sin discapacidad, entre los 8 y los 18 años, de diferentes grados escolares de instituciones educativas de la ciudad de Medellín.

La propuesta se diseñó en tres fases: conceptual; de implementación y retroalimentación, y de entrega. En cada una se utilizaron instrumentos específicos para cualificar la propuesta:

- a. *Conceptual*. En esta se utilizaron dos instrumentos: (1) revisión y elaboración de fichas bibliográficas sobre el teatro físico, biomecánica, y Física; y (2) evaluación por parte de expertos de la revisión teórica realizada.
- b. *Implementación y retroalimentación*. Los instrumentos utilizados en esta fase son los registros audiovisuales de las intervenciones.
- c. *Entrega*. Se realizó un registro audiovisual de la obra *La Luna se está cayendo*.

4. Resultados

El diseño de la propuesta de intervención corresponde a una de las acciones dentro de la tesis doctoral y constituye la variable independiente de la investigación. Los resultados corresponden a los análisis de datos proporcionados por los instrumentos en cada una de la propuesta “El cuerpo como laboratorio de Física”. (Las imágenes presentadas en este apartado cuentan con el consentimiento informado de los responsables de los menores que allí aparecen).

4.1 Fase conceptual

Se realizó un rastreo bibliográfico en cuatro temas centrales: conceptos asociados a las tres leyes de Newton, teatro físico, bases del movimiento humano y biomecánica. La información de los documentos analizados (artículos de investigación, libros de texto y trabajos de formación posgradual) se condensó en fichas bibliográficas. Estas se diseñaron a partir de las siguientes categorías: unidad conceptual, conceptos y términos, y ejemplificaciones. Del análisis de dichas fichas, se establecieron variables conceptuales comunes o similares a partir de los siguientes códigos: movimiento, kinesiología del movimiento, biomecánica, mecánica, estática y dinámica, cinemática y cinética, fuerza, peso, masa, distribución de masas, inercia, masa inercial, momento inercial, centro de masa, equilibrio y

simetría, alteración del equilibrio, segmentación del movimiento, contraimpulsos, dinamo-ritmo y pirámides humanas. Posteriormente, se utilizó el programa *ATLAS.ti* versión 7.1, para visualizar las relaciones entre los códigos y las unidades conceptuales. Este análisis permitió construir las unidades temáticas de la propuesta de intervención y articularlas con los conceptos que se asocian a las tres leyes de Newton y el teatro físico. La construcción de estas unidades temáticas fue analizada por tres profesionales en teatro físico y por un docente de Física, en relación con la coherencia entre los conceptos físicos abordados y las estrategias de teatro planteadas.

Como resultado de esta conceptualización, evaluación y revisión por parte de expertos, se diseñó la propuesta que articula los elementos del teatro físico y conceptos asociados a la Física en una secuencia de laboratorios (tabla 1).

Tabla 1. Propuesta “El cuerpo como laboratorio de Física”

Taller	Elementos del teatro físico	Conceptos de Física vinculados
Laboratorio 1 Alterando el equilibrio	Principio de alteración del equilibrio PAE Desplazamientos Coordinación	Fuerza Peso Centro de masa Equilibrio-simetría
Laboratorio 2 Alterando el equilibrio Jugando a coordinar	Principio de alteración del equilibrio PAE Velocidad Lateraldad Conciencia del eje corporal Equilibrio	Fuerza Peso Acción reacción Centro de masa Equilibrio-simetría
Laboratorio 3 Alterando el equilibrio	Principio de alteración del equilibrio PAE Equilibrio estático Equilibrio dinámico Desplazamiento Diagonales Contrapesos	Peso Fuerza Masa inercial Acción-reacción
Laboratorio 4 Alterando el equilibrio Segmentando mi Cuerpo	Principio de alteración del equilibrio PAE Escultura Velocidad Eje corporal Equilibrio Coordinación	Peso Fuerza Inercia Masa inercial Momento inercial Acción-reacción

Laboratorio 5 Alterando el equilibrio Segmentando mi cuerpo	Principio de alteración del equilibrio PAE Equilibrio Coordinación Ciclo de la acción y segmentación del movimiento Lateralidad Planimetrías Esculturas Contraimpulsos (saltos y giros y actividad deportiva) Marcación escénica	Inercia Centro de masa Fuerza Peso Acción-reacción Momento inercial
Laboratorio 6 Tomando impulso	Ciclo de la acción y segmentación del movimiento Lateralidad Articulación grupal Disposición corporal movimiento guiado Contraimpulso Acción deportiva Escenificación del concepto	Fuerza Peso Distribución de la masa Equilibrio-simetría Momento inercial Acción-reacción
Laboratorio 7 La luna se está cayendo	Ciclo de la acción y segmentación del movimiento Disposición corporal movimiento guiado: <ul style="list-style-type: none"> • Fragmentación corporal • Causalidad Acción deportiva: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis y conciencia corporal para la acción deportiva Escenificación del concepto <ul style="list-style-type: none"> • <i>Historias en contraimpulso</i> 	Fuerza Peso Distribución de masas Equilibrio-simetría Momento inercial Fuerza de gravedad
Laboratorio 8 Me muevo... ¿y la intención?	Dinamo-ritmos cualidades del movimiento elementos de naturaleza Exploración dinamo-ritmos Antena de caracol Ritmo musical Toc-motor Elementos de la naturaleza	Fuerza Peso Equilibrio-simetría Momento inercial Acción-reacción
Laboratorio 9 Somos pirámides	Pirámides humanas Contactos y apoyos Conexión corporal Masa corporal Cargas y pesos	Peso Fuerza Equilibrio-simetría Acción-reacción

4.2 Fase de implementación y retroalimentación

En la fase de implementación, se desarrollaron 9 laboratorios, durante 12 sesiones con una duración de 4 horas cada uno. En los talleres participaron estudiantes con discapacidades visual, auditiva,

física, intelectual, psicosocial, hiperactividad y sin discapacidad. Todas las sesiones fueron grabadas y, al finalizar cada una, se realizaban entrevistas informales con los estudiantes. Previo a cada encuentro, se llevaba a cabo una reunión para el análisis de las grabaciones y las observaciones por parte de los participantes. Las grabaciones se analizaron a partir de las siguientes variables emergentes: procesos de relacionamiento, desempeño individual en las actividades, emociones y gramática corporal, conductas disruptivas, reconocimiento social de los avances, reforzadores positivos, evocación corporal de conceptos, procesos deductivos e inductivos para recuperar la experiencia corporal y acciones inclusivas.

De acuerdo con los análisis del material audiovisual y del equipo orientador (dos talleristas de teatro físico, un docente de Física y una educadora especial) se estableció una planeación general en los talleres, así:

- Momento de acuerdos.* Los talleristas generan actividades que permiten retomar los acuerdos establecidos por los estudiantes a partir de las actividades realizadas y las dificultades que se derivan por convivencia y comportamiento, además de estos, se plantean nuevos acuerdos.
- Momento de evocación.* Se generan actividades de orden deductivo o inductivo para retomar los conceptos de la Física y los ejercicios de teatro físico y el análisis conceptual que apoya el docente de Física a través de las preguntas “¿Cómo lo muestro con el cuerpo?”, “¿Cómo lo recuerda mi cuerpo?”,
- Momento de ejecución.* Se desarrollan las actividades correspondientes a las unidades temáticas del teatro físico.
- Momento de montaje.* Se retoman los ejercicios anteriores para realizar el montaje de la obra final. En las figuras 1, 2, 3, 4 y 6 se pueden observar parte de los momentos de la intervención.

Figura 1. Taller 3



Figura 2. Taller 4



Figura 3. Taller 5



Figura 4. Taller 7



Figura 5. Taller 9



4.3 Fase de entrega

Corresponde a la presentación de la obra teatral *La Luna se está cayendo*, cuya escritura y montaje estuvo a cargo de todos los participantes de la propuesta. Esta se organiza en cinco actos:

- Acto 1: momento dramático de introducción.* Se cree que la Luna se está cayendo y aparece Newton desde la voz de un narrador para argumentar la idea con la escenificación de fondo de actores que toman forma de cosas, fenómenos y personas (figuras 6, 7 y 9).

Figura 6. Estudiantes participantes del taller



Figura 7. Acto 1: estudiantes miran la luna que aparenta caerse



Figura 8. Acto 1: aparece Newton pensado bajo un árbol personificado por los estudiantes



b. *Acto 2: inercia, fuerza y aceleración.* Los científicos aparecen en escena para armonizar con piano los movimientos de impulso y contraimpulso que simulan la inercia, la fuerza y la aceleración (figuras 9, 10 y 12).

Figura 9. Acto 2: estudiantes simulan caminar sobre la Luna



Figura 10. Acto 2: estudiantes simulan dos trenes que va a una velocidad constante y está próximo a chocarse



Figura 11. Acto 2: estudiantes experimentan la distribución de masas para lograr el equilibrio, que se altera por el contrapeso de los compañeros



c. *Acto 3: la Física y la vida.* Aquí se introduce una reflexión pregrabada en un parque, sobre conceptos de fuerza, impulso, velocidad, peso y masa (figura 12).

Figura 12. Acto 3: estudiante en un parque analizando situaciones en donde infiere conceptos de fuerza, peso y masa, para ello realiza preguntas en lengua de señas con interpretación de un compañero del taller



d. *Acto 4: fuerza y escultura.* Aparecen en escena los científicos realizando esculturas que requieren del actor equilibrio, distribución de masas, cálculo y percepción corporal del peso a partir de movimientos globales (figura 13).

Figura 13. Acto 4: estudiantes esculpidos por otros, que llegan a figuras que les permiten experimentar fuerza y peso, equilibrio y distribución de masas



- e. Acto 5: acción-reacción-equilibrio. Los científicos experimentan pirámides humanas al son del cántico de una de las científicas (figuras 14 y 16).

Figura 14. Acto 5: estudiantes realizan pirámides en plano horizontal y vertical



Figura 15. Acto 5: estudiantes realizando pirámides en parejas



- f. Acto 6: final. Los científicos organizan un juego coreográfico para detenerse a observar el universo, y forman una imagen a manera de una fotografía de un grupo de científicos que

comprenden el porqué de la afirmación “la Luna se está cayendo” (figuras 16, 17 y 19).

Figura 16. Acto 6: estudiantes en un juego coreográfico



Figura 17. Acto 6: los científicos organizan la fotografía y la contemplan



Figura 18. Acto 6: los científicos saluden y agradecen al público



Basado en la implementación de la propuesta “El cuerpo como laboratorio de Física” se sugiere, a posteriori, profundizar el análisis teórico entre

las emociones, las sensaciones, los sentimientos y el aprendizaje de los conceptos asociados a las tres leyes de Newton, a partir del análisis del razonamiento analítico que realicen los estudiantes de las experiencias corporales, teniendo en cuenta elementos cognitivos como la conciencia corporal, la imagen corporal y la memoria corporal. El propósito consiste en describir heuristicamente las relaciones allí presentes desde las variables interviniéntes: condición de discapacidad, edad, grado escolar, plasticidad corporal y memoria conceptual.

5. Conclusiones y discusión

Por la fase en que se encuentra el estudio, las ideas que se exponen a continuación no son concluyentes; sin embargo, se plantean como puntos de partida para la discusión, dada la experiencia con los estudiantes durante el diseño y la implementación de la propuesta “El cuerpo como laboratorio de Física”, que se presenta como resultado en este artículo.

Dentro los puntos de discusión, se propone analizar cómo las interacciones entre teatro y educación amplían la didáctica de las ciencias y posibilitan la vinculación de los aprendices, desde experiencias corporales que relacionan las emociones, los sentimientos y las sensaciones, a la vez que promueven aprendizajes a partir de la construcción de *lo real* desde el conocimiento científico.

Por otro lado, es necesario evaluar si el teatro como estrategia para la enseñanza de la Física presenta elementos potenciales como la representación del espacio, el tiempo y el movimiento, que correspondan a los conceptos asociados a las tres Leyes de Newton. De igual forma, se debe describir el sentido creativo que requiere y potencia el teatro con respecto al aprendizaje de los conceptos que se asocian a las tres Leyes de Newton a partir de las experiencias corporales. Igualmente, se deben analizar las posibles relaciones entre el desarrollo de habilidades comunicativas (lectura,

escritura, escucha y habla o expresión lingüística), la atención, la memoria y el razonamiento con el teatro como estrategia pedagógica.

Por último, es importante estudiar la relación entre la utilización del recurso teatral en la enseñanza con la creatividad y el desarrollo de habilidades intrapersonales e interpersonales que son fundamentales para su participación en el contexto. A partir de lo anterior, es pertinente evaluar cómo el uso del teatro para la enseñanza de la Física posibilita el desarrollo de capacidades de los sujetos en procesos de construcción colectiva, lo que orienta la discusión hacia recursos de enseñanza inclusivos.

6. Referencias

- Amar, J. (2000). La función social de la educación. *Investigación y Desarrollo*, (11), 74-85.
- Bedia, M. G. y Castillo, L. F. (2010). Hacia una teoría de la mente corporizada: la influencia de los mecanismos sensomotores en el desarrollo de la cognición. *Ánfora*, 17(28), 101-124.
- Clark, A. (1999). *Estar ahí: cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*. Paidós.
- Clark, A. y Chalmers D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19. <https://www.jstor.org/stable/3328150>
- Damasio, A. (1994). *El error de Descartes: emoción, razón y cerebro humano*. Crítica.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. (Trad. Joandomènec Ros). Crítica.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Crítica.
- Damasio, A. (2017). *El extraño orden de las cosas*. Ediciones Destino.
- Foglia, L. y Wilson, R. (2013) Embodied cognition. *WIREs Cognitive Science*, 4(3), 319-325.
- García García, J. J. (2014). La razón sensible, más allá de la razón ética. Un fundamento epistemológico para el enfoque CTSA. *Uni-Pluriversidad*, 14(2), 11-15.

- García García, J. J. (2015). ¿El cuerpo y los sentidos fuera de la cultura o, la muerte de los seres humanos? *Uni-pluriversidad*, 15(1), 1-4.
- García García, J. J. y Parada, M. N. J. (2017). La razón sensible en la educación científica: las potencialidades del teatro para la enseñanza de las ciencias. *Zona Próxima*, (26), 114-139.
- García, J. J., Ossa, A. F. y Parada, N. J. (2019). *Teatro para enseñar aprender y curar. Usos académicos y terapéuticos del teatro*. Siglo del Hombre.
- Habermas, J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa*. Taurus.
- Le Breton, D. (2007). *El sabor del mundo. Una antropología de los sentidos*. Nueva Visión, Cultura y Sociedad.
- Lozada, M. (2014). *Conocimiento de plantas en niños de 10 a 12 años en ambientes urbanos: un estudio de caso de acuerdo con la perspectiva de la cognición corporizada (embodiment)*. En I Encuentro Internacional de Educación: Espacios de investigación y divulgación. NEES; Facultad de Ciencias Humanas; Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil (Argentina). <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/147/17421.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maffesoli, M. (1997). *Elogio de la razón sensible. Una visión intuitiva del mundo contemporáneo*. Paidós.
- Méndez, J. L. (2015). *La enseñanza de la filosofía: la formación de sus enseñantes* [Tesis de doctorado] Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/13780/1/1080238112.pdf>
- Muñoz, A. (s. f.). *La filosofía y sus opciones*. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/1883/1/07.%20Adolfo%20MU%C3%91OZ-ALONSO%2C%20La%20filosof%C3%ADA%20y%20sus%20opciones.pdf>
- Ortega y Gasset, J. (1964). *Fundamentos de la razón histórica*. Ediciones Castilla.
- Ortega y Gasset, J. (1983). Ideas y creencias. En *Obras completas* (vol. 5). Alianza.
- Rendón, M. y Cuadros, O. E. (2011). La educación de la competencia socioemocional en la institución escolar a través del pensamiento crítico reflexivo y el aprendizaje cooperativo. Informe de investigación. Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25697/1/RendonAlexandra2011_EducacionCompetenciaSocioemocional.pdf
- Restrepo, J. (2018). Cognición corporeizada, situada y extendida: una revisión sistemática. *Revista Katharsis*, (26), 106-130. <http://revistas.iue.edu.co/index.php/katharsis>.
- Tomasevski, K. (2004). *El asalto a la educación*. Intermón Oxfam.
- Vanegas. (2019). "Hacia un teatro físico". *Plástica corporal para el teatro físico fundamentada en el diálogo práctico entre principios Étienne Decroux y Vsevolod E. Meyerhold* [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17287/1/VanegasJuan_2020_%20TeatroF%C3%ADsicoPl%C3%A1sticaCorporal.pdf
- Villalpando, E. (2010). *El teatro como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje en primaria y secundaria*. Instituto de Desarrollo Profesional.
- Zambrano, M. (ed.) (1996). *Horizonte del liberalismo*. Morata.





CAN WE TEACH PHYSICS FOR EPISTEMIC JUSTICE?

¿PODEMOS ENSEÑAR FÍSICA PARA LA JUSTICIA EPISTÉMICA?

PODEMOS ENSINAR FÍSICA PARA A JUSTIÇA EPISTÊMICA?

Arthur Galamba* 

Cómo citar este artículo: Galamba, A. (2024). Can we teach physics for epistemic justice? *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 375-387. <https://doi.org/10.14483/23464712.21923>

Abstract

This article critically examines the intersection between philosophical perspectives and pedagogical practices in promoting epistemic justice within physics education. It addresses the historical context of science education movements and their impact on social equity, highlighting the persistent underrepresentation of marginalized groups in the sciences. By exploring the concepts of realism and relativism in the philosophy of science, this work discusses the challenges of integrating diverse epistemologies into physics education. It advocates for a multifaceted approach, emphasizing critical pedagogy and the inclusion of multicultural and multi-ethnic perspectives to foster a more equitable and inclusive physics curriculum. It argues that transforming physics education through ethnic-racial solidarity can enrich the discipline without falling into the relativist discourse. This document draws on the critical literature to exemplify how physics education and other physics communities can promote ethnic-racial solidarity. Through this approach, educators can create inclusive learning environments that empower students to engage critically with scientific knowledge and contribute to a more just and diverse future in physics education and practice.

Keywords: epistemic justice, physics education, philosophy of science, critical pedagogy.

Recibido: 26 de febrero de 2024; aprobado: 4 de abril de 2024

* PhD en Educación de la Universidad de Leeds. King's College London. Reino Unido. arthur.galamba@kcl.ac.uk.

Resumen

Este artículo examina críticamente la intersección entre perspectivas filosóficas y prácticas pedagógicas en la promoción de la justicia epistémica para la enseñanza de la física. Aborda el contexto histórico de los movimientos de educación científica y su impacto en la equidad social, destacando la persistente subrepresentación de grupos marginados en las ciencias. Al explorar los conceptos de realismo y relativismo en la filosofía de la ciencia, este trabajo discute los desafíos de integrar epistemologías diversas en la educación en física. Aboga por un enfoque multifacético, enfatizando en la pedagogía crítica y las perspectivas multiculturales y multiétnicas para fomentar un currículo de física más equitativo e inclusivo. Argumenta que transformar la educación en física a través de la solidaridad étnico-racial puede enriquecer la disciplina sin caer en el discurso relativista. Este documento se basa en la literatura crítica para exemplificar cómo la educación en física y otras comunidades de física pueden promover la solidaridad étnico-racial. A través de este enfoque, los educadores pueden crear entornos de aprendizaje inclusivos que capaciten a los estudiantes para comprometerse críticamente con el conocimiento científico y contribuir a un futuro más justo y diverso en la educación y práctica de la física.

Palabras clave: justicia epistémica, educación en física, filosofía de la ciencia, pedagogía crítica.

Resumo

Este artigo examina criticamente a interseção de perspectivas filosóficas e práticas pedagógicas na promoção da justiça epistêmica na educação em física. Aborda o contexto histórico dos movimentos de educação científica e seu impacto na equidade social, destacando a persistente sub-representação de grupos marginalizados nas ciências. Ao explorar os conceitos de realismo e relativismo na filosofia da ciência, o artigo discute os desafios de integrar epistemologias diversas na educação em física. Defende uma abordagem multifacetada, enfatizando a pedagogia crítica e a inclusão de perspectivas multiculturais e multiétnicas para promover um currículo de física mais equitativo e inclusivo. O artigo argumenta que transformar a educação em física através da solidariedade étnico-racial pode enriquecer a disciplina sem cair no discurso do relativismo. O documento se baseia na literatura crítica para exemplificar como a educação em física e outras comunidades de física podem promover a solidariedade étnico-racial. Através dessa abordagem, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem inclusivos que capacitem os estudantes a se envolverem criticamente com o conhecimento científico e contribuírem para um futuro mais justo e diversificado na educação e prática da física.

Palavras chave: Justiça Epistêmica, Educação em Física, Filosofia da Ciência, Pedagogia Crítica.

1. Introduction

The aim of this article is to reflect on the challenges associated with creating a physics education that promotes epistemic justice. Recent developments in science education have shifted the focus towards social justice, inviting reflections on how this shift interacts with our views on the epistemology of physics. This introduction will explore these developments and their implications for a more just and inclusive physics education.

Some 20 to 30 years ago, the science education teaching and research communities were heavily influenced by movements such as Science as a Process (Millar & Driver, 1987); Science, Technology, and Society (STS); and Science for All (Atkin & Black, 2003). At that time, we teachers and researchers focused on teaching and learning processes and on the products of science without duly considering who that education was for.

Starting in the 1980s, the STS movement (Mansour, 2009; Bennett *et al.*, 2006) sought to incorporate social, cultural, and political aspects into science education, showing students the societal impact of science and technology on daily life. The STS movement has successfully impacted science education, encouraging students to think critically about social issues and raising awareness about ethics in science, citizen privacy through technology, and the environmental impact of science (Mansour, 2009).

Despite progress in addressing social issues, STS projects had yet to comprehensively tackle social inequity and injustice. Issues such as the underrepresentation of women, people of colour, and other socio-ethnic-religious minorities in the sciences remain unaddressed (Archer *et al.*, 2015). The immense social inequality dividing the rich and the poor has made science education unattractive to economically disadvantaged and

Black children, perpetuating existing inequalities (Calabrese Barton *et al.*, 2003; Calabrese Barton, 2001).

In recent discourse surrounding science education, the pursuit of social justice has become an indispensable theme, encompassing terms such as humanism, decolonisation, inclusion, equality, equity, democracy, and citizenship (Gandolfi, 2021; Bajaj, 2015; Garibay, 2015; Bazzul, 2012; Hodson, 2003; Calabrese Barton, 2001). The broader context of science education, which extends beyond the disciplinary syllabus for canonical knowledge and technical skills, stresses the transformative potential of education in contributing to a more equitable world. Today, this view is even more pressing, given the current international political landscape (Galamba & Matthews, 2021).

The shift in focus to social, cultural, and economic issues in science education represents a significant step forward in the development of science education. However, it is also the most challenging, as it has implications for our views on the nature of science (Yucel, 2018). While this work concurs with the cited authors regarding the importance of addressing said hindrances in the learning of science (Galamba & Matthews, 2021, 2023), it aims to narrow down the debate from broad social justice issues to exploring the challenges of addressing epistemic justice in physics education. Indeed, the literature has not given this issue the attention it deserves. In particular, this article takes interest in the intersection of philosophical perspectives, pedagogical practices, and the promotion of epistemic justice within the context of physics education. It problematises this intersection by exploring the meaning of epistemology and the tension between realism and relativism in the philosophy of science. It seeks to elaborate on their implications for physics pedagogy and epistemic justice, exploring areas that necessitate further research.

At the outset, it must be clarified that the author's concerns about epistemic justice in physics stem from the recent movements to decolonise science education (which he supports). The literature generally agrees that decolonising the curriculum involves recognising the impacts of colonisation and dismantling its inherent power structures, which marginalise non-Eurocentric cultures and ways of knowing. This process addresses the bias that prioritises certain people over others, as seen in the dominance of coloniser values in discourse. Scholars like Santos (2014), Mignolo (2007), and Escobar (2018) argue that the negative effects of colonisation on marginalised communities persist beyond the end of political colonisation and continue to permeate both private and public life, perpetuating the belief that European culture, values, religion, and epistemologies are inherently superior to other ways of living.

The first part of this article will address Boaventura de Souza Santos's very influential book titled *Epistemology of the South*, explaining why his argument is problematic to the epistemology of physics. This will be followed by arguing that his view of ethnic-racial solidarity is a promising route to foster epistemic justice in physics. Then, this document will move on to examine the position of philosophers of science, who argue that physics is a universal and impersonal discipline, shaped by historical narratives in science education and philosophy. This belief represents a huge barrier to advocating for epistemic justice, and it necessitates a critical examination of existing paradigms. To navigate through this barrier, this work argues for a multifaceted approach to build towards a physics curriculum that is epistemologically just while acknowledging the limitations of the reach of this proposal. Central to this approach is the engagement with critical pedagogy, which will be detailed later in the article. It will be argued that critical pedagogy extends the teaching of physics beyond traditional boundaries, fostering ethical

and socially responsible activism among students (Galamba & Gandolfi, 2023), which might lead to epistemic justice.

2. Decolonisation and epistemic justice

In the literature on the decolonisation of science (and physics) (e.g., Moura *et al.*, 2022; Galamba & Gandolfi, 2023; Monteiro *et al.*, 2019), it is noteworthy that issues of ethnicity, race, and gender inclusion have been addressed much more extensively than epistemic justice.

Much of the recent debate about epistemic justice in science arose after Boaventura de Souza Santos's *Epistemologies of the South* (2014). Santos argues that, as a result of the European project of modernity, initiated with the Enlightenment (Dussel, 1980), the world has been dominated by Euro-centred epistemologies, reducing the understanding of the world to a Western perspective. To counter this domination, Santos calls for the development of an epistemology of the South, which must provoke an *epistemological break* with Euro-centred traditions.

Santos's position, which has influenced much of the recent literature in science education, is somewhat troublesome. As shown later in the article, if we look at how epistemology has been defined in the literature related to philosophy and science education, an *epistemological break* in physics is very problematic, if not impossible. Therefore, this work will seek to point out alternatives to build an epistemically just physics.

In *Epistemology of the South*, Santos (2014) approaches epistemology by looking at how it has been used by the global North as a means to maintain power and domination over the global South. Any knowledge born outside of the Euro-centred and validated theoretical frameworks and methods is deemed to belong to the "dark world of passions, intuitions, feelings, emotions, affections, beliefs, faiths, values, myths" (p. 5), and therefore not important to the development of

– broadly speaking – science. This has provoked what Santos calls “epistemicide, the murder of knowledge” (p. 92).

His account of epistemology encompasses the epistemology of science with a focus on *socio-scientific issues* (although, in several parts, it is unclear whether he is speaking of natural sciences, of social sciences, or of both). For instance, he questions whether Western modern science, while in service to the project of domination and capitalism, has been ecologically responsible and able to deal with global warming, deforestation, and the genocide of indigenous people. In the context of socio-scientific issues, he claims that modern science was given an epistemological privilege and “the monopoly of the universal distinction between true and false” (p. 119).

Such privilege fits into the paradigm of modernity, which takes *knowledge as regulation* (control), as opposed to *knowledge as emancipation* (solidarity). To achieve epistemic justice and deal with socio-scientific issues, Santos advocates for an *ecology of knowledges*, aiming to cultivate a rich and varied intellectual landscape that reflects the diversity of human experiences and perspectives, contributing to a more socially just educational framework.

At this point, and before continuing to illustrate the relevance of Santos’s work in science education, some considerations must be made about Santos’s positions. His keenness to advocate for epistemologically just science is commendable, as we must strive to eliminate the inequities perpetuated by modern science while ensuring its vast potential benefits for everyone, preventing it from becoming a means of oppression. In fact, he claims that, in knowledge as emancipation, the point of knowing is solidarity, “the recognition of the other as an equal and as an equal producer of knowledge” (p. 156). Within an ethnic-racial perspective, educators and the physics community must embrace knowledge as emancipation through solidarity. This will, at a minimum, work

to compensate physics and physicists’ contribution to colonialism and fascism (Galamba & Matthews 2021; Crease *et al.*, 2019).

However, his argument must be taken cautiously. It is unclear whether he is referring to ethnic-racial solidarity – which has been embraced by the critical literature on science education – or advocating for relativism in science and the equivalence of all forms of knowing. Relativism does not seem to have currency in physics communities (this issue will be discussed later in this document), as the epistemology of science undergoes rigorous methods and reviews, leading to reliable knowledge. We must constantly remind ourselves that, despite its limitations and social challenges, science remains our most powerful tool against pseudoscientists, charlatans, fundamentalists, cynical politicians, and moralists. As highlighted by Roy (2018), addressing the persistent influence of colonialism in science is crucial. However, there is a risk that overly radical efforts in this direction might inadvertently empower religious fundamentalists and ultra-nationalists (Galamba & Matthews, 2021). It should be added that the importance of science extends beyond this defensive role; it represents a sophisticated and systematic method for developing knowledge. Through scientific inquiry, humanity has achieved a much more efficient way to understand both the material and the social world. This collaborative effort has revolutionised our grasp of the universe, leading to advancements that enhance our lives and broaden our perspectives. The structured methodology of science ensures that our knowledge grows in a reliable and verifiable manner, fostering innovation and progress across all fields. An ecology of knowledge should not be used as a loophole for pseudoscience.

That said, it is possible to foster epistemic justice by investing in ethnic-racial solidarity, as demonstrated by several works.

3. Epistemic justice as ethnic-racial solidarity

Some of the latest publications on science education build a collective argument that supports ethnic-racial solidarity to foster epistemic justice. For instance, collaborations with native populations, as advocated by Gandolfi (2021), offer avenues for addressing historical exploitation and fostering inclusivity in the field of science. Anti-racist and decolonial movements in Brazil have catalysed vital discussions about how pedagogical practices and the initial education of science teachers continue to perpetuate structural racism, as stated by Benite (2018), who points out that anti-racist political and educational processes have been implemented in the context of teaching physics and astronomy. Alves-Brito and Teresinha Massoni (2020) have analysed the life and scientific contributions of Cheikh Anta Diop, one of the most significant scientists and intellectuals of the twentieth century, shedding light on the exclusion of Black authors from the history of science, particularly in the exact sciences. They argue that "historiography, as well as science teaching, need to take into account invisible alterities to promote liberating and inclusive science education and dissemination in the twenty-first century" (Alves-Brito & Teresinha Massoni, 2020, p. 292-293). Moreover, Alves-Brito (2021) delves into *racialised cosmologies*, investigating how nineteenth-century European scientific thought gave rise to the concepts of race and scientific racism. He contends that scientific racism in Brazil not only reinforces stereotypes and negative perceptions of Black people but also contributes to the "invisibility and subalternisation of the place of production of knowledge about Africa and the Afro-diasporic legacy in the Exact Sciences" (Alves-Brito, 2021, p. 1). Alves-Brito emphasises the prevalent exclusionary practices within physics communities and underscores the necessity of acknowledging and appreciating varied perspectives, advocating for the inclusion of marginalised groups such as people of

colour, women, LGBTQ individuals, indigenous populations, and those on the fringes of power structures. By shedding light on the intersectionality of discrimination, Alves-Brito highlights the urgent need to address systemic biases within the scientific realm. Mignolo (2007) discusses the processes of racialisation, the absences, and the distortions in historical narratives that diminish or erase the history of African peoples, thereby perpetuating their subalternisation. Adding to this perspective, Johansson *et al.* (2023) reveal the persistent gender disparities and underrepresentation of minoritised ethnic/racial groups in physics, pointing to an entrenched culture of exclusivity and elitism within physics communities. Their findings, particularly the severe underrepresentation of women of colour in the United States, underscore the perpetuation of discriminatory practices, hindering full participation and inclusion. Moreover, these authors emphasise the adverse impact of stereotypical perceptions of physics as a discipline exclusively suited for a select few, reinforcing existing biases and erecting barriers for marginalised individuals pursuing careers in the field.

These insights stress the imperative to challenge discriminatory practices and foster a more inclusive environment within physics communities. Their efforts highlight the emergence of a critical pedagogy that seeks to recognise and address the subalternisation of cultures within science education. The epistemology of any science is shaped by the individuals dedicated to its practice (Kelly, 2008). Creating an inclusive and multicultural population in physics will build epistemic justice through ethnic-racial solidarity. But will it have any impact in the development of the products of physics?

4. What epistemic justice means in physics

The ethnic-social epistemic justice presented above must have its space in physics as much as in

any other scientific community. Now, some issues in the epistemology of physics will be explored. Many of these points could be extrapolated to other natural sciences.

Epistemology is an overloaded concept, making it challenging to define – Plato, Locke, Kant, and Russell each approached it from a different perspective. In the more recent literature in the fields of philosophy of science and science education, *epistemology* is defined along the lines of ‘how have we come to know what we know?’. Some definitions refer to the use of conjectures, observations, perceptions, introspection, and reason, which interplay with a range of human practices, such as laboratory experimentation, technological development, the use of evidence, socialisation, and trust between peers. For example, according to the Stanford Encyclopaedia of Philosophy (n.d.), epistemology refers to how we can justify the knowledge we have about something. They say: “much recent work in formal epistemology is an attempt to understand how our degrees of confidence are rationally constrained by our evidence” and add that “epistemology seeks to understand one or another kind of cognitive success”. In the literature on science education, we find definitions such as “epistemology is the study of knowledge (...) [In science,] epistemology typically examines issues such as the growth of knowledge, the nature of evidence, criteria for theory choice, and the structure of disciplinary knowledge” (Kelly, 2002, p. 99). Another definition reads: “the epistemology of science addresses the ways in which knowledge claims in science are developed and justified, e.g., how scientists assess the quality of data and how theoretical models relate to the phenomena they explain” (Ryder & Leach, 2008, p. 289).

Notably, the definitions above do not make explicit considerations about ethnicity, gender, race, culture, or any other background. They suggest that the epistemology, practices, and

products of science are fully independent of who is practising it.

This work argues that they are not. It draws on Kelly (2002) to defend that intersubjectivity is at the core of scientific epistemology. The social practices of scientific communities, such as the communication of works in conferences, involve the interaction of members of the community with the interpretations of other members. To become a member of that community, one needs to be socialised into it and acquire its “conceptual, linguistic, and artefactual tools” (p. 102). For instance, the members of that community learn about and produce inscriptions (i.e., models, graphs, symbols) (Duschl, 2008), which, one should recall, in the case of physics, are deeply Euro-centred. As Kelly (2002) has added, new members of any community “create through social interaction particular ways of talking, thinking, acting, and interacting” (p. 105).

The above-presented sociological views on the nature of science beg for a review of what we mean by the *essential elements of the epistemic practice*; in addition, the definitions of the epistemology of physics should be rewritten to include social aspects. The demographics of physics, addressed in the previous section, have implications for power dynamics and social relations within the physics communities and society (Gonsalves, 2014). Historically, the models, diagrams, conjectures, theories, and experiments created, accepted, and used in the history of physics belong to the work of male scientists – to a large extent, to European white males. Therefore, due to that historical epistemic injustice, which prevails today (Eaton et al., 2020), the archetypal physicist is represented and controlled by that particular group of people in our society, which is reinforced through cultural representation, historical documentation, and academic acknowledgment. They are reflected in the names of several physics laws, many Nobel Prize winners, notable physicists featured in textbooks, and the names of research centres. Perhaps more subtly, physics epistemology is also attested by

what is seen as a male psychology of objectivity, control, and dominance (Kato *et al.*, 2023; Keller, 1985). Therefore, to foster epistemic justice within the physics community, it is imperative for physics to become diverse in its ethnicities, gender, and race (Taylor, 1994). This will gradually pollinate physics practice with alternative ways of thinking and change the way physics is perceived by society.

In addition to the social aspects of the epistemology of physics, we must also ask whether diversifying the community of physicists will produce better processes and products in physics: Are physics laws universal and realist, or are they subject to who discovers them? Would a diverse community of practice enhance the quality of praxis only or will it also enhance the product outcomes?

5. Can we reconcile realism and epistemic justice?

The Stanford Encyclopaedia of Philosophy (n.d.) states that “it is perhaps only a slight exaggeration to say that scientific realism is characterised differently by every author who discusses it.” The authors go on to add that “most people define scientific realism in terms of the truth or approximate truth of scientific theories or certain aspects of theories,” and that

others define scientific realism not in terms of truth or reference, but in terms of belief in the ontology of scientific theories. The scientific realist holds that science aims to produce true descriptions of things in the world (or approximately true descriptions).

Therefore, in arguing whether a philosophical stance may be classified as naïve or critical realism, realists will defend that there is a reality independent of the observer: there is only one truth, which we can describe with some approximations.

The debate between realism and relativism has not been resolved in the literature on the philosophy of

science, and strong claims that challenge realism persist (Mizrahi, 2012). In fact, Yucel’s literature review on scientists’ worldviews (2018) reveals a range of different and sometimes contradictory findings about scientists’ ontological stances.

Yet, it has been shown that realism is well established in the physics community, chiefly because of the predictive power of physics models, regardless of how idealised they might be in the first place (Saatsi, 2016). There is widespread support to the idea that physical science rejects the relativist or multiculturalist accounts embraced by the science education community. In the long run, it rejects multiple realities and context-dependent, opinion-dependent, culturally-situated, local, and non-universal knowledge of the physical world (Coborn & Loving, 2001; Siegel, 1997). Physics strives towards the impersonal interpretation of data and pursues *closure* (Donnelly, 2004), *i.e.*, it seeks to understand and explain a phenomenon under the same set of laws and theories. Historically, science education has aimed to instruct students on the processes and outcomes of science (Rudolph, 2002; Jenkins, 1979). *Processes* involve how scientists operate, their reasoning methods, collaboration, and the traditional techniques for collecting, analysing, and drawing conclusions from data, all consistent with scientific theories and laws. *Outcomes* pertain to established scientific knowledge (e.g., taxonomies, models, theories, and laws) that has been developed over centuries and is applied to understand the technological world, explain natural phenomena, and predict natural behaviour (Matthews, 1994). Harding (1991) has elaborated on the perception of physics as culturally neutral, attributing this to its formal and abstract nature. Meanwhile, research has consistently suggested that physics, as a prestigious field, is portrayed as a discipline that generates universal, unbiased, and objective knowledge, unaffected by societal influences (Schiebinger, 1999). This perception is influenced by the work of past physicists who

dedicated their lives to solitary and resolute efforts in laboratories, seeking to uncover universal laws (Hodson, 1996).

The argument used in the decolonisation of science literature can be construed as one for scientific relativism. For example, building on Santos (2014), Leibowitz (2017) calls for an equal 'treatment' of all forms of knowledge. She advocates for the importance of fostering an *ecology of knowledges*, where dialogues and exchanges between different knowledge systems take centre stage. When the epistemology of the natural sciences has been examined from a perspective of cultural activity, a narrative of class struggle has been used to justify cultural relativism and claim that there is no objective knowledge (Duarte *et al.*, 2022). In this vein, science and pseudoscience should be treated equally. For the reasons explained before, this is very problematic for the physics community. This work contends that physics teachers who adhere to a realist perspective of physics may find themselves in conflict with the ecology-of-knowledges approach to teaching and learning physics, as it will very likely be construed as a euphemism for relativism. In addition, another criticism of relativism is that it poses a serious problem for science: it can be used by fascists, charlatans, and pseudoscientists to spread disinformation (Duarte *et al.*, 2022; Galamba & Matthews, 2021).

In light of the above, from an ontological perspective, epistemic justice can be seen as a challenging aim in physics teaching and practice. As argued before, within the realist philosophical stance, an *equal treatment of all knowledge* can be reconciled with realism as long as it is limited to ethnic-racial solidarity. Leibowitz (2017) should agree with this, since she adds that equality of treatment of all knowledge does not entail an erasure of Western knowledge or a claim that all forms of knowledge are inherently equal. Rather, she argues that we must have a democratic dialogue with all knowers and their knowledge.

The history of science education and philosophy has created deeply ingrained beliefs that physics is universal and impersonal. The author does not think that fighting this belief is the best way to promote epistemic justice in physics. We should not challenge the realist argument purely based on arguments for epistemological justice. Instead, epistemic justice should be pursued as ethnic-racial solidarity. This will transform the practice of physics without falling into the relativist discourse. As argued by Prescod-Weinstein (2020), a multicultural and multi-ethnic physics community will impact the epistemology of physics not by building a new and different physics, but by influencing and changing the areas of physics to be developed, as well as the methods, the models, and the nomenclature used in the field.

How should we then work towards epistemic justice in schools? We should invest in critical ways to teach physics there. The next section seeks to explain what this may look like in classrooms and why previous movements have failed to address social transformation in physics.

6. A pedagogy for epistemic justice

Bazzul and Tolbert (2019) provocatively argue that, in its conservative formulations, science education might merely serve as a distraction from more critical educational priorities, particularly those related to social development. This is the spirit of critical pedagogies: to question how well-established educational practices may conceal or marginalise practices that perpetuate social and epistemic injustices.

The contemporary meaning of *critical pedagogy* largely derives from the influential work by Brazilian educator Paulo Freire and other scholars such as Henry Giroux, Peter McLaren, Peter Leonard, and Ira Shor. Critical pedagogies, in various contemporary forms, aim to bring attention to issues of knowledge and power, culture,

ethnicity, gender, class, and sexual orientation within educational experiences (Galamba & Gandolfi, 2023).

Despite the complexity of critical pedagogy, two essential elements are worth addressing. Firstly, teachers need to comprehend the ideological nature of education, recognizing that it is not neutral and often serves to maintain existing social hierarchies. The second element involves questioning the traditional approach to teaching scientific concepts in isolation, which may contribute to maintaining epistemic injustices. Ira Shor (1979) suggests that, instead of a transfer of facts and skills, a Freirean class invites students to think critically about subject matters, doctrines, the learning process, and society. Critical teachers aim to reduce inequalities and oppression by avoiding a reductionist approach to teaching. In contrast to traditional methods like banking education (Freire, 1994, 1970), where teachers deposit knowledge into students' minds, critical pedagogies advocate for dialogue between teachers and students. Critical approaches go beyond merely expanding practical skills; they focus on developing conceptual tools for understanding the social world and its power dynamics.

In the pursuit of fostering inclusivity and tackling discrimination in physics education and practice, scholars have presented a range of alternative pedagogies in science. For example, Rodrigues and Morrison (2019) champion a socio-transformative approach to education, focusing on marginalised youth and building on diversity, equity, and social justice foundations in order to instigate transformative actions. Concurrently, critiques by scholars like Paul McLaren (2010) highlight the economically driven purpose of science education, prioritizing profitability over addressing systemic biases and forms of oppression. Responding to these challenges, Bazzul and Tolbert (2019) advocate for extending love beyond self-interest, while studies in critical peace education (Bajaj, 2015) call for an end

to all forms of violence, particularly in conflict and post-conflict situations. These perspectives collectively underscore the necessity of nurturing a mindset that promotes inclusion, tolerance, collaboration, and empathy, challenging views associated with discrimination and societal injustices. In parallel, Santos (2009) criticises the STS approach for perpetuating ideological models that sustain the *status quo*. Instead, Santos advocates for a political agenda in science education that addresses global inequalities in technology access and the oppressive contexts of scientific societies. Meanwhile, Calabrese Barton *et al.* (2003) advocate for teaching approaches that engage in social action for marginalised children, offering new perspectives on education in diverse environments. Alves-Brito (2020) highlights the importance of educating the professional community in the exact sciences to recognise the scientific significance of concepts related to race, gender, and identity. By integrating these concepts into scientific discourse, the community can better interpret reality and address identity under-representations within the field. This integration is essential for advancing inclusivity and diversity in the scientific community, and ultimately, epistemic justice.

These are just some examples of how teachers can plan lessons to address historical injustice in the epistemology of physics. Many other studies could have been cited here. The author urges physics teachers to look for resources on how to address critical social issues in their lessons.

7. Conclusion

The deeply ingrained belief in physics as universal and impersonal, shaped by the history of science education and philosophy, poses a huge barrier to advocating for epistemic justice. Instead of engaging in a philosophical debate that may not directly impact how physics is practised, this work advocates for a focus on social transformation

through education and inclusive government policies. By nurturing multicultural and multi-ethnic physics communities, we can influence the epistemology of physics without resorting to relativism. This approach, as suggested by Prescod-Weinstein (2020), can lead to the evolution of physics in terms of areas of focus, methodologies, models, and nomenclature.

Therefore, rather than challenging fundamental philosophical principles, we should invest in critical approaches to teaching physics in schools. By reimagining classroom practices and curricula, we can create inclusive learning environments that empower students to critically engage with scientific knowledge and contribute to a more equitable and inclusive future in physics education and practice. This shift in focus, from philosophical debates to transformative education, represents a pragmatic pathway towards promoting social justice within the realm of physics. The imperative to build a socially and epistemologically just physics curriculum necessitates a multifaceted approach. Engaging in critical pedagogy and drawing from diverse educational perspectives, educators must extend the teaching of science beyond the traditional boundaries, fostering ethical and socially responsible activism among students.

The insights shared herein highlight the need for a paradigm shift in both educational institutions and the professional community. Addressing historical exploitation and economic power structures, as highlighted by Twumasi *et al.* (2020), becomes pivotal. Research can further contribute to these issues by exploring effective pedagogical strategies, evaluating the impact of curriculum changes, and investigating the intersectionality of issues related to race, ethnicity, and gender in science education. Such research endeavours can provide valuable insights into refining and advancing the goals of a socially just and inclusive physics curriculum.

7. References

- Albrecht, U. (1994). Military technology and national Socialist Ideology. In M. Renneberg & M. Walker (Eds.), *Science Technology and National Socialism* (pp. 88-125). Cambridge University Press.
- Alves-Brito, A. (2021). Cosmologias racializadas: processos políticos e educativos anti(racistas) no ensino de Física e Astronomia. *Roteiro*, 46, e26279. <https://doi.org/10.18593/r.v46.26279>
- Alves-Brito, A., Teresinha Massoni, N., Guerra, A., & Rivair Macedo, J. (2020). Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na física. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores Negros*, 12(31), 292-318. <https://doi.org/10.31418/2177-2770.2020>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Atkin, J. M., & Black, P. (2003). *Inside science education reform: a history of curricular and policy*. Open University Press.
- Bajaj, M. (2015). 'Pedagogies of resistance' and critical peace education praxis. *Journal of Peace Education*, 12(2), 154-166. <https://doi.org/10.1080/17400201.2014.991914>
- Bazzul, J. (2012). Neoliberal ideology, global capitalism, and science education: engaging the question of subjectivity. *Cultural Studies of Science Education*, 7, 1001-1020. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9413-3>
- Bazzul, J., & Tolbert, S. (2019). Love, politics and science education on a damaged planet. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 303-308. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09913-2>
- Benite, A. M. C. Bastos, M. A., Vargas, R. N., Fernandes, F. S., & Faustino, G. A. A. (2018). Cultura africana e afro-brasileira e o ensino de química: estudos sobre desigualdades de raça e gênero e a produção científica. *Educação em Revista*, 34, e193098. <https://doi.org/10.1590/0102-4698193098>

- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2006) Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Calabrese Barton, A. (1998) Teaching science with homeless children: Pedagogy, representation, and identity. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(4), 379-394.
- Calabrese Barton, A. (2001). Capitalism, critical pedagogy, and urban science education: An interview with Peter McLaren. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 847-859. <https://doi.org/10.1002/tea.1035>
- Calabrese Barton, A. C., Ermer, J. L., Burkett, T. A., & Osborne, M. D. (2003). *Teaching science for social justice*. Teachers College Press.
- Coborn, W., & Loving, C. (2001). In Defense of Realism: It Really Is Commonsense. *Scientific Literacy and Cultural Studies Project*, 20, 162. https://scholarworks.wmich.edu/science_slcsp/20
- Crease, R., Martin, J., & Staley, R. (2019) Decolonizing physics: Learning from the periphery. *Physics in Perspective*, 21, 91-92. <https://doi.org/10.1007/s00016-019-00240-1>
- Donnelly, J. (2004). Humanizing science education. *Science Education*, 88(5), 762-784.
- Duarte, N., Luciana, M., & Teixeira, L. A. (2022) The committed objectivity of science and the importance of scientific knowledge in ethical and political education. *Science & Education*, 31, 1629-1649. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00302-2>
- Eaton, A. A., Saunders, J. F., Jacobson, R. K., West, K. (2020). How gender and race stereotypes impact the advancement of scholars in STEM: Professors' biased evaluations of physics and biology post-doctoral candidates. *Sex Roles*, 82, 127-141. <https://doi.org/10.1007/s11199-019-01052-w>
- Epistemology (n.d.). In *Stanford Encyclopaedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/epistemology/>
- Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse*. Duke Press University.
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. The Seabury Press.
- Freire, P. (1994). *Pedagogy of hope: Reliving pedagogy of the oppressed*. Continuum.
- Galamba, A., & Gandolfi, H. (eds.) (2023). *Critical pedagogies in STEM Education: Ideas and experiences from Brazil and the UK*. British Council, Autografia.
- Galamba, A., & Matthews, B. (2021). Science education against the rise of fascist and authoritarian movements: Towards the development of a pedagogy for democracy. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 581-607. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-10002-y>
- Gandolfi, H. (2021). Decolonising the science curriculum in England: Bringing decolonial science and technology studies to secondary education. *The Curriculum Journal*, 32(3), 510-532. <https://doi.org/10.1002/curj.97>
- Garibay, J. (2015). STEM students' social agency and views on working for social change: Are STEM disciplines developing socially and civically responsible students? *Journal of Research in Science Teaching* 52(5), 610-632. <https://doi.org/10.1002/tea.21203>
- Gonsalves, A. (2014). "Physics and the girly girl—there is a contradiction somewhere": Doctoral students' positioning around discourses of gender and competence in physics. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 503-521. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9447-6>
- Harding, S. G. (1991). *Whose science? Whose knowledge?: Thinking from women's lives*. Cornell University Press.
- Hodson, D. (2003) Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Jenkins, E. W. (1979). *From Armstrong to Nuffield*. John Murray.

- Johansson, A., Nystrom, A., Gonsalves, A., & Danielson, A. (2023) Performing legitimate choice narratives in physics: possibilities for under-represented physics students. *Cultural Studies of Science Education*, 18, 1255-1283 <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10201-3>
- Kato, D., Galamba, A., & Monteiro, B. (2023) Decolonial scientific education to combat 'science for domination'. *Cultural Studies of Science Education*, 18, 217-235. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10165-4>
- Keller, E. (1985). *Reflections on gender and science*. Yale University Press
- Leibowitz, B. (2017) Cognitive justice and the higher education curriculum. *Journal of Education*, 68, 93-112. http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2520-98682017000100006&lng=en&tlang=en
- Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond process. *Studies in Science Education*, 14, 33-61.
- Mansour, N. (2009) Science-technology-society (STS): A New paradigm in science education. *Bulletin of Science Technology & Society*, 29(4), 287-297. <https://doi.org/10.1177/0270467609336307>
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge.
- McLaren, P. (2010). Revolutionary critical pedagogy. *Inter Actions: UCLA Journal of Education and Information Studies*, 7, 1-11
- Mignolo, W. (2007) DELINKING. *Cultural Studies*, 21(2-3), 449-514. <https://doi.org/10.1080/09502380601162647>
- Prescod-Weinstein, C. (2020) Making black women scientists under white empiricism: The racialization of epistemology in physics. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 45(2), 263-511. <https://doi.org/10.1086/704991>
- Roy, R. (2018). Decolonise science – Time to end another imperial era. *The Conversation*. <https://theconversation.com/decolonise-science-time-to-end-another-imperial-era-89189>
- Rodríguez, A., & Morrison, D. (2019). Expanding and enacting transformative meanings of equity, diversity and social justice in science education. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 265-281. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09938-7>
- Rudolph, J. (2002). *Scientists in the classroom: The Cold War reconstruction of American science education*. Palgrave.
- Santos, B. S. (2014). *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. Paradigm Publishers.
- Santos, W. (2009) Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361-382.
- Saatsi, J. (2016). Models, idealisations, and realism. In: E. Ippoliti, F. Sterpetti, & T. Nickles (Eds.), *Models and Inferences in Science. Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics* (vol. 25, pp. 173-189). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28163-6_10
- Schiebinger, L. (1999). *Has feminism changed science?* Harvard University Press
- Scientific realism (n.d.). In *Stanford Encyclopaedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>
- Shor, I. (1979). Extraordinarily re-experiencing the ordinary: An approach to critical teaching. *New Political Science*, 1(2-3), 37-56. <https://doi.org/10.1080/07393147908429480>
- Siegel, H. (1997). Science education: Multicultural and universal. *Interchange*, 28(2-3), 97-108.
- Taylor, C. (1994). The politics of recognition. In A. Gutman (Ed.), *Multiculturalism: Examining the Politics of Recognition* (pp. 25-74). Princeton University Press.
- Twumasi, R., Horne, C., & Rodríguez, J. (2020). How to start decolonising your business. *The Conversation*. <https://theconversation.com/how-to-start-decolonising-your-business-141750>
- Yucel, R. (2018) Scientists' ontological and epistemological views about science from the perspective of critical realism. *Science & Education*, 27, 407-433. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9983-x>

