GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS VOL. 20 NÚM. 1. ENERO - ABRIL 2025 • ISSN: 2346-4712 • e-ISSN: 2665-3303

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



VOL. 20 NÚM. 1
ENERO - ABRIL DE 2025

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 20-Número 1
enero - abril de 2025

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

Apoyo gestion OJS
Oficina de Investigaciones - ODI

Corrección de estilo
Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación
Diego Fabian Vizcaino

Portada
Crédito Imágen: Diego Fabian Vizcaino Arevalo



Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Olga Lucía Castiblanco Abril
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editora en jefe
Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editor de contenidos

Equipo Técnico de apoyo:
Grupo de Investigación Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

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

Dr. Rogeiro Soares Cordeiro. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Brasil.*

Dra. Maria Nur Bonilla Murcia. *Universidad del Tolima. Colombia.*

Mg. Elaine de farias Giffoni. *Universidade Federal do Ceara. Brasil.*

Mg. Fredy Adrián Ramírez Narváez. *Universidad de Antioquia. Colombia.*

Dra. Daniele Lopes Oliveira. *Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás), Brasil.*

Dr. Oscar Eugenio Tamayo Alzate. *Universidad Autónoma de Manizales, Colombia.*

Dr. José Hilton Pereira da Silva. *Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí, Brasil.*

Dra. Liliana Puerto Acosta. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.*

Mg. Richar Gregorio Blanquicet Macea. *Universidad de Antioquia. Colombia.*

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

Dr. Alberto Lopo Montalvão Neto. *Universidade Estadual de Campinas.Brasil.*

Dr. Juan Samuel Rangel-Luengas. *Secretaria de Educación de Bogotá. Colombia.*

Dr. Gilberto Castrejón. *Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN. México.*

Dr. Leonardo Alcântara Alves. *Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Brasil.*

Dra. Maria de Fátima Camarotti. *Universidade Federal da Paraíba. Brasil.*

Dr. Mauricius Selvero Pazinato. *Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS), Brasil*

Dra. Ana Rosa Corica. *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.*

Dr. Omar David Álvarez Tamayo. *Universidad de Manizales. Colombia.*

Dr. Helio da Silva Messeder Neto. *Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil*

Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli. *Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Brasil.*

Dra. Anike Arnaud. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Brasil*

Dra. Carolina Machado Rocha Busch Pereira. *Universidade Federal do Tocantins. Brasil.*

Mg. Dustin Tahisin Gómez Rodríguez. *Universidad de la Salle / Univeridad Uniagustiniana. Colombia.*

Mg. Luis Hernando Carmona Ramírez. *Universidad Católica de Manizales. Colombia.*

P Dra. Sônia Cristina Soares Dias Vermelho. *Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.*

Mg. Lucas Carvalho Pacheco. *Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Brasil.*

Dr. Walter F. Castro G. *Universidad de Antioquia (UdeA), Colombia.*

Dr. Leonardo Maciel Moreira. *Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, Brasil.*

Dra. Paola Cazzanelli. *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS. Brasil.*

Mg. Sara Souza Pimenta. University of Szeged. Hungria.

Dra. Maria Beatriz Ferreira Leite. *Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Brasil.*

Dra. Mayara de Carvalho Santos. *Escola Superior do Instituto Butantan (ESIB). Brasil.*

Mg. Edson Frozza. *Universidade Federal de Pelotas, Brasil.*

P Dra. Marcia Borin da Cunha. *Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Brasil.*

Dra. Kamila Ferreira Prado. *Universidade Estadual Paulista ''Júlio de Mesquita Filho'', Brasil.*

Dr. Jefferson Mainardes. *Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.*

Dr. Juan Carlos Sanchez Rodriguez. *Universidade do Algarve (UAlg), Portugal.*

Mg. Nelson Alexander Del Rio Osorio. *Universidad Nacional de Colombia. Colombia.*

Mg. Daiane Mendes de Barros. *Universidade de São Paulo. Brasil.*

Mg. Luis Gonzalo Ortiz Pabón. *Universidad Nacional de Colombia*



Contenido

EDITORIAL

Desafíos y oportunidades en la formación de profesores de física en tiempos de complejidad e incertidumbre. 1
Challenges and Opportunities in Physics Teacher Education Amid Complexity and Uncertainty
Desafios e oportunidades para a formação de professores de física em tempos de complexidade e incerteza
Tarcilo Torres Valois.

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a Marina Garzón Barrios 4
Interview with Marina Garzón Barrios
Entrevista a Marina Garzón Barrios
Johan Nicolás Molina Córdoba

ARTÍCULOS

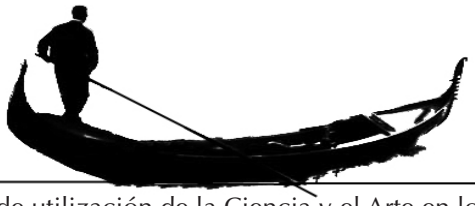
Coletivos de pensamento acerca da investigação-ação no ensino de ciências: contribuições na formação de professores para os anos iniciais 11
Collectives of Thought About the Research Year in Science Teaching: Contributions to Teacher Training For The Early Years
Colectivos de pensamiento en investigación acción en la enseñanza de las ciencias: aportes en la formación docente para los primeros años
Kaliandra Pacheco Teixeira y Rúbia Emmel

A educação em ciência, tecnologia e sociedade no projeto político pedagógico de uma escola da rede municipal de curitiba 31
La educación en ciencia, tecnología y sociedad en el proyecto político pedagógico de una escuela de la red municipio de curitiba
Education in science, technology and society in the pedagogical political project of a school in the municipal network of curitiba
Camila Renata Texeira de Souza da Silva; Leonir Lorenzetti y Tamara Simone van Kaick

Panorama de pesquisas sobre argumentação articulada a questões sociocientíficas no ensino de ciências 48
Overview of research on argumentation articulated with socioscientific issues in science education
Panorama de la investigación sobre argumentación articulada con temas sociocientíficos en la educación en ciencias
Thiara Vanessa da Silva Barbosa y Verônica Tavares Santos Batinga

Ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão: um estudo sobre percepções docentes, conteúdos curriculares e tecnologias assistivas 66
Teaching of science for blind or visually impaired students: a study on teacher perceptions, curriculum content, and assistive technologies
Enseñanza de ciencias para estudiantes ciegos o con baja visión: un estudio sobre las percepciones docentes, los contenidos curriculares y las tecnologías de asistencia
Estéfano Vizconde Veraszto, Luciana Maria Estevam Marques y Osório Augusto de Souza Neto

Aprendizaje basado en proyectos con enfoque steam; una experiencia de integración entre matemáticas, ciencias naturales y artes 88
Project-based learning with a steam approach: an experience of integration between mathematics, natural sciences, and arts
Aprendizagem baseada em projetos com abordagem steam: uma experiência de integração entre matemática, ciências naturais e artes
Ramiro Adolfo Jimenez Leal



Contenido

Potencial de utilización de la Ciencia y el Arte en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física a través del uso de la Música, la Literatura y el Cómic 102
Potential for the use of Science and Art in the teaching and learning processes of Physics through the use of Music, Literature and Comics
Potencialidades do emprego de Ciência e Arte nos processos de ensino e aprendizagem de Física através da utilização da Música, da Literatura e de Histórias em Quadrinhos
Artur Batista Vilar, Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza y Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima

Estado do conhecimento: contribuições da gamificação no ensino e na formação continuada em matemática 117
Estado del conocimiento: aportaciones de la gamificación a la enseñanza y formación permanente en matemáticas
State of knowledge: contributions of gamification to teaching and continuing education in mathematics
Evaleis Fátima Curvo y Marcelo Franco Leão.

Conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar de las orientaciones curriculares. Revisión sistemática de literatura 138
Conhecimento profissional do professor de ciências sobre o conhecimento escolar das orientações curriculares. Revisão sistemática da literatura
Professional knowledge of the science teacher about school knowledge of curricular guidelines. Systematic review of literature
Natalia Lorena Rodríguez Rodríguez, Guillermo Fonseca Amaya y Ana María Cárdenas Navas

Desvendando estratégias de cálculo dos alunos: um estudo sobre as quatro operações com jogos digitais 161
Uncovering students' calculation strategies: a study on the four operations with digital games
Descubriendo las estrategias de cálculo de los estudiantes: um estudio sobre las cuatro operaciones com juegos digitales
Luiza Lehmen Kerkhoff y Márcia Rodrigues Notare

Objetos virtuais de aprendizagem para o estudo de cônicas: uma experiência com estudantes do ensino médio 179
Virtual learning objects for the conics study: an experience with high school students
Objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de las cónicas: una experiencia con estudiantes de escuela secundaria
Rosane Rossato Binotto, Vitor José Petry y Sandy Maria Gaio

Educación para la sostenibilidad desde la resolución de problemas energéticos en la física para ingenieros 199
Education for sustainability from the resolution of energy problems in physics for engineers
Educação para a sustentabilidade a partir da resolução de problemas de energia na física para engenheiros
Francisco O. Machín-Armas, Eduardo Fernández-Santiesteban, Elser Ferras-Santiesteban y Eduardo Fernández-Calzadilla

Sequência didática investigativa com a temática água para estudantes do 6º ano do ensino fundamental 216
Investigative teaching sequence with the theme of water for students in the 6th grade of elementary education
Secuencia didáctica investigativa sobre el tema del agua para estudiantes de sexto grado de educación primariametodologia de estudo de aula
Santiago Velásquez Murcia y Gabriela Victoria Atehortúa

Reseña: Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama 238
Review: Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama
Resenha: Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama
Isabella Ucrós

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.23138

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Editorial

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE FÍSICA EN TIEMPOS DE COMPLEJIDAD E INCERTIDUMBRE

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN PHYSICS TEACHER EDUCATION AMID COMPLEXITY AND UNCERTAINTY

DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA EM TEMPOS DE COMPLEXIDADE E INCERTEZA

Tarcilo Torres Valois*

Torres Valois, T. (2025). Desafíos y oportunidades en la formación de profesores de física en tiempos de complejidad e incertidumbre. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 1-3. https://doi.org/10.14483/23464712.23138

La educación en física enfrenta el reto de adaptarse a un mundo cada vez más incierto y complejo. Este desafío, según Covitt y Anderson (2022), exige una reformulación de las estrategias formativas, especialmente en la preparación de los futuros profesores de física. La diversidad de factores involucrados en este proceso impulsa la adopción de un enfoque sistémico, que se aleje de los paradigmas lineales tradicionales y abrace la teoría de los sistemas complejos. Esta teoría ofrece un marco invaluable para abordar fenómenos que trascienden el comportamiento predecible de los sistemas clásicos (Holland, 2014; Mitchell, 2009). Los sistemas complejos, que emergen de la interacción entre múltiples componentes, representan un desafío significativo tanto para docentes como para estudiantes, pero también brindan una oportunidad única para explorar la complejidad inherente del mundo físico y su enseñanza.

Los sistemas complejos abarcan múltiples escalas, desde el nivel subatómico hasta fenómenos macroscópicos como el clima o la dinámica de las redes biológicas. La educación en física debe, por lo tanto, incorporar una comprensión profunda de esta complejidad, permitiendo a los futuros profesores guiar a los estudiantes a través de un enfoque didáctico que privilegie la interconexión y la emergencia (Mitchell, 2009). En este sentido, la literatura especializada ha resaltado la necesidad de un enfoque renovado en la enseñanza de la física. Forsman et al. (2014) y Goldenfeld y Kadanoff (1999), por ejemplo, ofrecen contribuciones clave que conectan las leyes físicas con la complejidad del mundo real. Mientras que Goldenfeld y Kadanoff exploran cómo fenómenos como las olas del océano o los ecosistemas desafían la simplicidad de las leyes físicas, Forsman et al. (2014) enfatizan la complejidad inherente a las interacciones estudiantiles, subrayando la insuficiencia de los modelos teóricos tradicionales para capturar estas dinámicas complejas y la necesidad de una transformación curricular acorde con las nuevas realidades de la contemporaneidad.

Uno de los grandes retos en la formación de profesores de física es elegir el nivel adecuado de descripción al abordar los sistemas complejos (Goldenfeld & Kadanoff, 1999). Esto es crucial para asegurar que los futuros docentes comprendan tanto las interacciones locales como las emergencias globales que

* Doctor y Máster en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Antioquia, Colombia, tarcilo.torres@udea.edu.co, https://orcid.org/0000-0002-0268-4878.

caracterizan estos sistemas. En un mundo marcado por la incertidumbre, es imperativo que la educación en física trascienda los modelos simplistas y reconozca la importancia de los factores sociales, políticos y académicos que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Forsman et al., 2014). De hecho, Krakauer (2024) sostiene que la ciencia de la complejidad no solo ofrece un nuevo marco para entender el mundo, sino que también es fundamental para abordar los desafíos educativos en física.

La necesidad de reimaginar la formación docente no es nueva, pero el contexto contemporáneo demanda un replanteamiento profundo del currículo. Como subraya la UNESCO (2021), la educación aún no ha logrado cumplir con su promesa de contribuir a un futuro pacífico, justo y sostenible. Para alcanzar este objetivo, la educación en física debe transformarse, integrando enfoques colaborativos y multidisciplinarios que fomenten la cooperación y la solidaridad. Este enfoque es esencial, dado que la creciente automatización, la inteligencia artificial (IA) y los cambios estructurales están reconfigurando los panoramas laborales a nivel global, incluidos los del profesorado de física.

La enseñanza tradicional de la física, centrada en la descomposición de sistemas complejos en partes más simples, ya no es suficiente para abordar los fenómenos del mundo moderno, como la turbulencia, las redes neuronales o el comportamiento climático (Holland, 2014; Ricca, 2012). La integración de simulaciones computacionales y modelos estocásticos ofrece una vía prometedora para facilitar la comprensión de estos conceptos complejos (Goldenfeld & Kadanoff, 1999). Herramientas de computación cientifica permiten a los estudiantes modelar y explorar fenómenos no lineales, proporcionando una base sólida para la comprensión de la autoorganización y otros fenómenos emergentes (Wilensky & Resnick, 1999).

Además de enriquecer la enseñanza de la física, la teoría de los sistemas complejos fomenta habilidades transversales como el pensamiento sistémico y la capacidad de modelación analítica y sintética. Estas competencias, fundamentales en un mundo interconectado, permiten a los futuros profesores aplicar conceptos de física a una amplia gama de problemas en áreas como la ecología, la economía y la epidemiología (Bar-Yam, 2002; Yam & Barabási, 2020). En este sentido, el enfoque transdisciplinario es clave para formar docentes que comprendan la naturaleza interrelacionada del conocimiento.

Un enfoque integral de la enseñanza de la física no solo prepara a los estudiantes para resolver problemas abstractos, sino que también les brinda las herramientas necesarias para enfrentar la complejidad del mundo real (Newman, 2011). Proyectos de modelado colaborativo, problemas abiertos e indefinidos y el uso de herramientas modernas de análisis de datos permiten a los estudiantes desarrollar una comprensión profunda de los sistemas complejos, fomentando habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo en equipo, esenciales para cualquier profesor de física.

Así, la integración de la teoría de sistemas complejos en la formación de profesores de física no solo amplía el horizonte conceptual de los estudiantes, sino que también les proporciona herramientas fundamentales para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más interconectado y complejo (Yam & Barabási, 2020). Es crucial que esta integración sea equitativa, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de sus conocimientos precedentes y condiciones actuales, tengan acceso a estas innovaciones didácticas (Wilensky & Resnick, 1999). De esta manera, la educación en física podrá cumplir su promesa de preparar a futuros ciudadanos capaces de comprender y gestionar la complejidad del mundo que les rodea.

Referencias

Bar-Yam, Y. (2002). *Dynamics of complex systems*. Perseus Publishing.

Covitt, B. A., & Anderson, C. W. (2022). Addressing complexity in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 33(3), 239-258.

Forsman, J., Moll, R., & Frasson, C. (2014). Exploring complexity in student interactions through network analysis. *Educational Technology Research and Development*, 62(3), 275-296.

Goldenfeld, N., & Kadanoff, L. P. (1999). Simple lessons from complexity. *Physics Today*, 52(11), 32-39.

Holland, J. H. (2014). *Complexity: A very short introduction*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/actrade/9780199662548.001.0001

Krakauer, D. C. (2024). *The complexity of education: A new paradigm for teaching and learning*. Cambridge University Press.

Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/actrade/9780199662548.001.0001

Newman, M. (2011). *Networks: An introduction*. Oxford University Press.

Ricca, B. (2012). Beyond teaching about nature of science: science education and the complexity crisis. *Science & Education*, 21(1), 145-153.

UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO.

Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3-19. https://doi.org/10.1023/A:1009421303064

Yam, Y., & Barabási, A.-L. (2020). *Network science*. Cambridge University Press.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.23063

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Historias de vida

Entrevista a Marina Garzón Barrios

Interview with Marina Garzón Barrios

Entrevista com Marina Garzón Barrios

Nicolás Molina Córdoba **



Fotografía: Marina Garzón Barrios

Molina Córdoba, N. (2025). Entrevista a Marina Garzón Barrios. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp 4-10. https://doi.org/10.14483/23464712.23063

Marina Garzón Barrios (MG) *

Licenciada en Física. Magister en Historia de las ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona. PhD en Didáctica de las ciencias, las lenguas, las artes y las humanidades de la Universidad de Barcelona. Docente investigadora del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, en el cual coordina la línea de profundización: La Actividad Experimental para la Enseñanza de la Física.

Palabras clave: formación de profesores; didáctica de la física experimental; enseñanza de la física; actividades creativas; concepciones alternativas

Nicolás Molina Córdoba (NM) **

Licenciado en Física por la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia y Magíster en Astronomía por la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeña como coeditor de la revista especializada del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), eSPECTRA, y es miembro activo del Grupo de Enseñanza y

* Msc. Astronomía Astrofísica, Red de Astronomía de Colombia, presidencia@rac.net.co, https://orcid.org/0009-0007-5090-4330.
** Msc. En Ciencias: Astronomía, Universidad Nacional de Colombia, Observatorio Astronómico Nacional, Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria, jomolinac@unal.edu.co, https://orcid.org/0000-0001-7938-8295.

Aprendizaje de la Física (GEAF) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, así como del Group of Solar Astrophysics (GoSA) del OAN. En el GoSA, adelanta investigaciones sobre el clima espacial tanto en la Tierra como en el sistema solar. Además, cuenta con experiencia en investigación en didáctica de la Astronomía. Actualmente, trabaja como docente en la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en Ráquira, Boyacá. También es cofundador de Orbitamautas, un semillero dedicado a la difusión, divulgación y enseñanza de la Astronomía.

Nicolás Molina (NM): ¿Puedes contarnos un poco sobre cómo comenzó tu interés por la enseñanza de la física, tu historia de vida a este respecto, y cómo evolucionó hasta obtener tu PhD en esta área?

Marina Garzón Barrios (MG): Mi interés empieza sin duda en la Universidad Pedagógica Nacional, de donde soy egresada como Licenciada en Física. Inicialmente, como muchas de las personas que ingresamos a los estudios en Licenciatura en Física, este interés principal estaba encaminado hacia la comprensión e investigación en física, considerando que éste era el único territorio desde el cual se hacía investigación.

Sin embargo, encontré un fuerte campo de investigación en su enseñanza al avanzar en la carrera y tras colaborar como monitora en el Grupo de Investigación Física y Cultura del cual fue líder la profesora María Mercedes Ayala Manrique, durante mi participación en éste, y con quien tuve la oportunidad de ampliar mi comprensión sobre el papel de la enseñanza de la ciencia en la formación de ciudadanía. En este grupo (Física y Cultura), primó un enfoque constructivista desde el cual la enseñanza de la física estaba dirigida a vincular al docente en formación, en pensar la construcción de las ideas que constituyen a la ciencia, la importancia de formalización en la disciplina, para generar propuestas de enseñanza que tuvieran sentido en las aulas de clase; más allá de la buena transmisión de conceptos estaba el interés por formar para pensar las ciencias y pensar las ciencias para actuar en las aulas.

Fue, además, un punto de partida para vincular intereses propios que tenía en el campo de las humanidades, de la física y las matemáticas; porque al interior del grupo encontré también, discusiones que giraban alrededor de la historia y la filosofía de las ciencias como territorios desde los cuales profundizar disciplinalmente y generar propuestas de enseñanza que abordaran la comprensión de fenómenos y no la enseñanza de temas aislados de la física, o de conceptos aislados sobre los cuales el aprendizaje es memorístico y/o libresco.

NM: Interesante. Toda esta situación que expones sobre tu conexión con formas diferentes de ver la docencia y la formación en ciencias, en contraste con lo que conozco sobre tu perfil alrededor de la experimentación me lleva a preguntarte sobre la emergencia de ese vínculo en algún momento de tu carrera, ¿cómo ha influido la experimentación en la didáctica de la física en tu desarrollo como investigadora y profesora?

MG: La mirada sobre la experimentación ha tenido, como en la ciencia diferentes papeles, el principal vincular a los estudiantes con los fenómenos de estudio, pues desde mi perspectiva, la física se estudia para comprender el mundo más que para comprender teorías. Me explico, la actividad experimental despliega una serie de mecanismos cognitivos a través de los cuales los sujetos operamos para la comprensión de aquello que se hace perceptible a nuestra observación y que podemos problematizar para comprender.

El experimento en el aula establece un contexto de discusión alrededor del cual giran descripciones, explicaciones, argumentos, hipótesis, procedimientos, pruebas, etc. que pueden ir desarrollando los

estudiantes a través de sus propios análisis y afirmaciones; en este sentido, los estudiantes exploran y proponen formas de pensar y de hablar sobre los estudios que propicia el experimento. Estas acciones despliegan el sentido del para qué se estudia una ciencia a nivel escolar, y a su vez, mantiene la curiosidad por el saber, porque los estudiantes exploran y se interesan por aspectos diversos cuando las actividades experimentales son abiertas.

NM: Esto que dices, se contrasta con algunos artículos tuyos que he tenido el gusto de revisar, antes de realizar esta entrevista. Especialmente que sueles hacer hincapié en la idea sobre desarrollar una forma de razonar para comprender el mundo más que para comprender teorías. En varios de tus trabajos que he tenido la oportunidad de revisar, exploras el papel de la formalización y la matematización en la enseñanza de los fenómenos físicos, a propósito de las teorías. ¿Cómo crees que estos procesos impactan en la comprensión de los estudiantes? ¿De dónde provienen todas estas ideas?

MG: Las ecuaciones, y en general, la identificación y representación de variables, la modelación matemática, han sido para la física y para los físicos, un lugar al que se llega a través de una serie de razonamientos que se realizan para sintetizar y obtener un estado de generalización sobre la comprensión de un fenómeno o de campos de fenómenos.

Desafortunadamente en los procesos de enseñanza se suele operar al revés. En la enseñanza de la física se identifica como una fuerte limitación para la comprensión, que la reflexión sobre el mundo físico comience desde el análisis de una fórmula o una ecuación. La literatura reciente, sigue manifestando como problema el abordaje de la enseñanza de la física desde la resolución de problemas de lápiz y papel que se resuelven a partir de algoritmos cuyas variables no se someten a procesos de conceptualización.

En este sentido, identificar y analizar diferentes formas y procesos de formalización que se utilizan en física para representar, siendo la matematización uno de estos procesos, se convierte en un problema de estudio y de análisis para la enseñanza de la física, donde se suele señalar que los conceptos son abstractos o ininteligibles cuando son matematizados.

Es evidente a través de la historia de la física que no hay una sola manera de conceptualizar, representar y matematizar. Reconocer estos aspectos es fundamental para pensar la matematización de la física en el aula escolar.

Las variables, las relaciones y correlaciones entre las variables que se involucran en el estudio de un fenómeno, las afirmaciones que se hacen a través de esas relaciones, el establecimiento de proporcionalidades o equivalencias entre estas variables se convierten en procesos sobre los cuales el profesor de física debe ahondar y reflexionar, para propiciar una enseñanza de la física en la que las magnitudes significan más que letras o conjuntos numéricos, donde los datos experimentales tienen significados, donde las afirmaciones sobre el mundo físico tienen referentes particulares en el mundo físico y son expresables a través del lenguaje verbal y matemático. De ahí que considere que los procesos de conceptualización y matematización deben tener un lugar de reflexión importante en la docencia, y que se deban generar estrategias para desarrollar estos procesos durante las clases de física.

Cuando los estudiantes tienen la posibilidad de poner en juego sus propias representaciones, compararlas con otras, identificar causas y efectos, establecer relaciones entre variables, argumentarlas, etc. Se generan procesos de conceptualización y formalización que les permiten a estas personas pensar lo físico por sus propios medios y recursos, y además, incorporar las herramientas con las cuales la ciencia se ha edificado.

NM: Entiendo, y me resulta curioso que, incluso has propuesto una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias, buscando hilar el problema de la comprensión, a través de la matematización

de fenómenos físicos. ¿Podrías explicarnos cómo aplicas esta perspectiva en tus clases y qué ventajas crees que ofrece en comparación con otros enfoques más tradicionales?

MG: La propuesta de una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias no es específicamente una propuesta mía. Ya en los años noventa el grupo Física y Cultura describía una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias, perspectiva que se compartía con el grupo de Enseñanza de la Física de la Universidad de Nápoles dirigido por Paolo Guidoni.

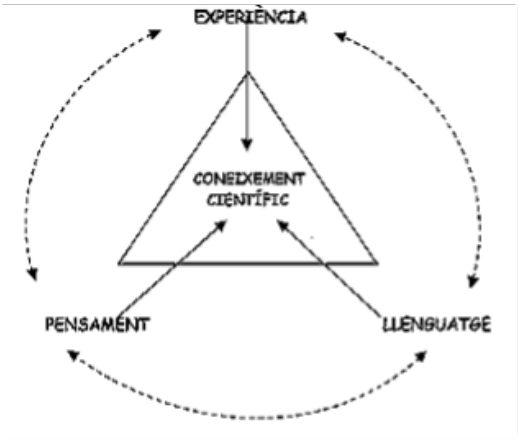
La perspectiva fenomenológica es una perspectiva filosófica sobre las ciencias y sobre cómo se construye conocimiento desarrollada por diversos filósofos a lo largo del siglo XX. Husserl es considerado como precursor de la fenomenología, como método para desentrañar el fenómeno, retoma la oposición nuómeno (la cosa en sí) - fenómeno (lo que aparece a la conciencia) de Kant, para Husserl el fenómeno es una organización de la experiencia humana en el acto del conocer, la relación de la experiencia humana en la comprensión de un mundo vivo y cambiante. De ahí que, en este momento de la historia, la fenomenología sea una ruta de análisis de diferentes grupos de investigación por recuperar la relación sujeto – mundo como un enclave necesario para hablar del conocimiento como constructo de la experiencia humana.

La perspectiva fenomenológica propone entonces que los fenómenos, en general, y también los del mundo natural, en particular, son aquello que aparece a la conciencia de los sujetos, y que se modifica conforme se amplía la experiencia misma.

La perspectiva fenomenológica no es un enfoque para aplicar, es una forma de entender el conocimiento, en este caso, el conocimiento en ciencias. Construir una fenomenología es agrupar una serie de efectos que se pueden considerar como de la misma clase a través de su percepción, la producción de efectos para la ampliación de la percepción, la relación de estos efectos con su producción y su medida, la identificación de las relaciones de producción de esos efectos, etc. (Les invito a leer el texto Una perspectiva Fenomenológica para la Enseñanza de las ciencias (2016), editado por la Universidad Pedagógica Nacional, y de acceso libre).

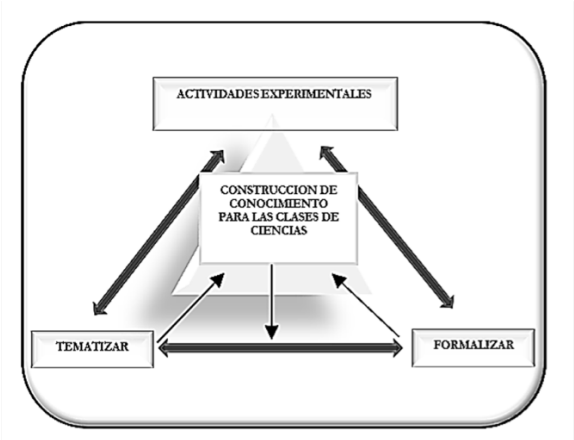
De ahí que la actividad experimental sea crucial en construcción de la experiencia sobre lo fenoménico en las clases de física, y de ciencias, y sea el eje de la producción de efectos, y de los procesos de formalización.

Figuras 1. Triada de Guidoni en la construcción del conocimiento científico.



Fuente: Guidoni (1987)

Figura 2. Esquema de reconstrucción de la triada de Guidoni propuesta por la Maestra Marina Garzón.



Fuente: Garzon Barrios (2024).

NM: Ante todo este enfoque fenomenológico que nos compartes me gustaría que lo aterrizaras directamente al campo del experimento en la clase de física, que es un enfoque característico en tu perfil, además de tu amplia experiencia en procesos de formación de docentes. En tu experiencia, ¿qué papel juega la actividad experimental en la formación de profesores de física? ¿Crees que se le da la importancia que merece en los programas de formación actuales?

MG: La actividad experimental es desde mi perspectiva un eje central en la formación de profesores de física. Si se amplía la experiencia de las y los profesores a través de la experimentación, es posible que en el aula se propenda también por generar experiencias significativas para el aprendizaje de la física.

Hay diferentes maneras de entender la experimentación y su papel en la construcción de conocimiento científico, y conocimiento científico escolar. Que los docentes reconozcan estos diferentes papeles de la experimentación y los diferentes tipos de experimentación es ya una ganancia con respecto a la mirada de la experimentación como ejercicio de verificación de teorías.

En algunos programas de formación de profesores, de los programas de ciencias y de los programas de ingeniería se prefiere resaltar el papel de la experimentación como verificador, esto lleva a que la experimentación sea cerrada, tipo receta, se centre en el dato numérico, y se llegue a concluir una ley que ya estaba concluida desde un marco teórico pre-establecido. En muchos lugares, por ejemplo, la asignatura en la que se hacen los experimentos y laboratorios es diferente a la asignatura teórica, e incluso el profesor que enseña los contenidos teóricos es diferente al que trabaja los experimentos. En todos estos casos, la experimentación es un ejercicio auxiliar del proceso de aprendizaje al que se le asigna una baja carga horaria.

Considero que una comprensión más amplia de la experimentación en ciencias puede llevar a una mirada más amplia se su enseñanza.

NM: Ya que esbozas un argumento sobre la forma en cómo debe abordarse la experimentación en el campo de la enseñanza y la formación de docentes, se me ocurre que podrías darnos un ejemplo para uno de los campos de la física en el que has trabajado. Viendo tu perfil, encuentro que tus publicaciones han sido muy afines a la construcción conceptual de los fenómenos termodinámicos. ¿Podrías hablarnos sobre los retos que has identificado en la enseñanza de la termodinámica y cómo los has abordado en tu investigación y práctica docente desde un enfoque experimental?

MG: La termodinámica ha aportado a la historia de la física y a la historia de las ciencias un marco de análisis desde una perspectiva sistémica y dinámica que no se encontraba en las ciencias antes de su desarrollo. Ha aportado la magnitud energía como medida de las transformaciones, para unificar fenómenos mecánicos, eléctricos, magnéticos, químicos, biológicos, y un principio general que es el principio de conservación de la energía.

Uno de los principales retos que encuentro es la introducción de esa perspectiva de análisis desde los sistemas, porque implica una mirada global y holística que no pierde la particularidad de los procesos. Por otra parte, la expresión energía se usa como comodín de todas las causas de los diferentes fenómenos. Desde la enseñanza de los fenómenos térmicos considero que es posible resignificar esta expresión y resaltar la necesidad de comprensión de esta magnitud que tiene múltiples significados en su uso cotidiano.

Otro de los retos es poder señalar que el estado actual de la termodinámica tiene diferentes perspectivas teóricas: macroscópica, microscópica y mesoscópica, que es importante reconocer para optar por una mirada coherente en su enseñanza.

De ahí que, acudir a la historia y filosofía de las ciencias, en este caso, de la termodinámica, sea una ruta para abordar estos retos. Desde mi perspectiva, cuando los docentes reconocemos los problemas y preguntas a los que se han enfrentado las y los científicos para resolver ciertos asuntos que los llevan a producir cuerpos teóricos particulares, comprendemos también que es importante contextualizar los resultados de la ciencia y aprender también de sus procesos de producción durante su enseñanza. Estas preguntas se resuelven a profundidad en mi trabajo de doctorado que se tituló: La historia, la fenomenología y la epistemología de la física. Orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para la enseñanza de la termodinámica en el contexto de formación de profesores.

NM: Ya para finalizar, vamos con otro contexto. En tu artículo "El efecto volta. Un caso de estudio sobre la producción de efectos sensibles y los procesos de teorización en ciencias", ¿qué encontraste sobre la importancia de vincular los efectos experimentales con los procesos teóricos en la enseñanza de fenómenos eléctricos?

MG: El caso del efecto Volta es interesante para mostrar que el efecto de la corriente eléctrica es construido en laboratorio en relación con la percepción de otros efectos, como los de electricidad animal de Galvani, la agrupación de pares metálicos que se pueden organizar para producir mayores o menores intensidades de Volta, y los procesos de carga eléctrica en las botellas de Leyden. Y que a través de la reorganización de fenómenos que parecen de distinta clase aparecen unificaciones de términos para describir magnitudes e intensidades que se encuentran en el efecto: Voltaje e intensidad de corriente son magnitudes que en principio no se pueden diferenciar, son los diseños experimentales los que permiten identificar diferencias entre estas dos magnitudes y sus formas de medida. En este artículo se presenta, a partir de los estudios históricos, cómo se construyen y formalizan magnitudes en física, y la importancia de la generación y percepción de efectos en la enseñanza.

Así se argumenta que teoría – experimentación son dos aspectos que no se pueden separar si se quiere generar procesos de construcción de conocimiento significativos para la ampliación de la experiencia, en esta relación es a partir de los fenómenos experimentados que se pueden hacer elaboraciones teóricas significativas por el lenguaje y representaciones con los que se describe y explica.

NM: Te agradezco mucho las reflexiones que nos han compartido en esta entrevista, me encantaría seguir el hilo, profundizando más en aspectos sobre la relación teoría-experimentación desde el enfoque que has

desarrollado a lo largo de tu proceso de formación, pero nos hemos quedado ya sin tiempo. Muchas gracias por la entrevista y espero tener la oportunidad de desarrollar luego una segunda parte.

MG: ¡Muchísimas gracias a ti por esta conversación tan enriquecedora! Ha sido un verdadero placer compartir estas reflexiones contigo. Me encanta que surjan más preguntas y caminos por explorar, porque eso refleja precisamente la esencia de nuestro trabajo. Espero con entusiasmo esa segunda parte, agradezco mucho tu interés por conocer mi punto de vista en ese gran campo de la enseñanza de la física, tu interés por la perspectiva fenomenológica y su vínculo con la actividad experimental como posturas filosóficas para la enseñanza. ¡será un gusto seguir dialogando contigo!

Referencias

Guidoni, P. et al., [1987]. *Guardare per sistemi, guardare per variabili*, Torino, EmmeEdizioni, cap.9

Arc·, M., Guidoni, P. y Mazoli, P.[1990] *Enseñar ciencia. Cómo empezar reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, Paidós Educador

Garzón Barrios, M. (2024). La historia, la fenomenología y la epistemología de la física. Orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para la enseñanza de la termodinámica en el contexto de formación de profesores. Universitat de Barcelona.

Trabajos destacados de Marina Garzón Barrios

Barrios, M. G., Arcila, M. C. C., León, Y. J. H., & Otero, F. M. (2024). Docentes en acción: investigación y enseñanza de la física desde la actividad experimental. En Formación de maestros, enseñanza y contextos: pilares de la investigación en la UPN.

Barrios, M. G., León, Y. J. H., Arcila, M. C. C., & Otero, F. M. (2023). La actividad experimental en la formación de profesoras y profesores de física. En Memorias del Segundo Congreso Internacional de Investigación y Enseñanza de la Física.

Sánchez, J. F. M., Osorio, S. S., Vargas, L. T., & Barrios, M. G. (2022). El fenómeno voltaico y su relación con otros fenómenos. En La electricidad transforma sustancias (p. 103).

Guerrero, L. A. B., Parra, M. J. C., Osorio, S. S., Sánchez, J. F. M., & Barrios, M. G. (2022). Estudio experimental de los fenómenos electroquímicos relacionados con la oxidación y la descomposición de sustancias. En La electricidad transforma sustancias (p. 73).

Barrios, M. G., Vargas, L. T., Sánchez, J. F. M., & Osorio, S. S. (2022). La pila voltaica: la electroquímica de Galvani a Faraday. En La electricidad transforma sustancias (p. 29).

Sandoval Osorio, S., Malagón Sánchez, J. F., Garzón Barrios, M., et al. (2022). La electricidad transforma sustancias. El dominio fenomenológico de la electroquímica. Universidad Pedagógica Nacional.

Osorio, S. S., Sánchez, J. F. M., Barrios, M. G., & Vargas, L. T. (2021). Análisis histórico-críticos para la enseñanza de las ciencias. El comienzo de la electroquímica. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 3584–3585.

Osorio, S. S., Sánchez, J. F. M., Barrios, M. G., Manrique, M. M. A., & Vargas, L. T. (2021). Una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 3600–3600.

Barrios, M. G., Sierra, D. F. M., Timoté, D. A. D., & Orejuela, H. J. R. (2021). Conclusiones del IX Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 3605–3610.

Sandoval, S., Sánchez, J. F. M., Barrios, M. G., & Vargas, L. T. (2021). Los procesos de síntesis teórica y la estabilización de un campo de fenómenos. En Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia (pp. 135–145).

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.20431

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de investigación

COLETIVOS DE PENSAMENTO ACERCA DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA OS ANOS INICIAIS

COLLECTIVES OF THOUGHT ABOUT THE RESEARCH YEAR IN SCIENCE TEACHING: CONTRIBUTIONS TO TEACHER TRAINING FOR THE EARLY YEARS

COLECTIVOS DE PENSAMIENTO EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: APORTES EN LA FORMACIÓN DOCENTE PARA LOS PRIMEROS AÑOS

Kaliandra Pacheco Teixeira*, Rúbia Emmel**

Teixeira, K. P., Emmel, R. (2025). Coletivos de pensamento acerca da investigação-ação no ensino de ciências: contribuições na formação de professores para os anos iniciais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20(1), 11-30. https://doi.org/10.14483/23464712.20431

Resumo

Esta pesquisa teve o objetivo geral de: compreender as contribuições dos autores das pesquisas de dissertações e teses produzidas no Brasil sobre a formação de professores de Ciências para os Anos Iniciais e a Investigação-Ação, na constituição de estilos e coletivos de pensamento que caracterizam a pesquisa do tema, presentes na base de dados analisada. Caracterizou-se pela abordagem qualitativa, teve como tipologia a pesquisa documental, na qual apresentou a análise de referenciais teóricos da Investigação Ação identificados nas dissertações e teses brasileiras, disponíveis em meio eletrônico na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Delimitaram-se as buscas nos termos: Anos Iniciais; Formação de professores; Ensino de Ciências; Investigação-Ação. Foram identificadas pesquisas nos anos de 2013 a 2020. A base de dados indicou um quantitativo de seis pesquisas, analisadas por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 1997). Assim, foi possível identificar 24 autores-referenciais utilizados pelos autores das dissertações e teses para descrever e caracterizar a Investigação Ação, as três unidades de contexto com maior frequência são: i) "ação" com cinco unidades de registro; ii) "observação" e iii) "reflexão", ambas com 4 unidades de registro. Destacamos os dois autores-referenciais que continham um expressivo número de unidades de registros: i) Carr & Kemmis (1988) com 31 unidades de registro; ii) Elliott (1990), com 15 unidades de registro. Estes autores são alinhados a uma concepção crítica, visando o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem crítica para com o problema em seu cotidiano.

Recibido: 02 de febrero de 2023, aceptado: 16 de septiembre de 2024

* Mestra em Ensino de Ciências, Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS). Brasil, kaliandrapachecodelima@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2628-6476.

** Doutora em Educação nas Ciências, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Brasil. rubia.emmel@iffarroupilha.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-4701-8959.

Salientamos a importância de seguir pesquisando e utilizando a Investigação-Ação para o desenvolvimento de pesquisas na formação docente em Ciência.

Palavras-Chave: dissertações e teses; formação docente; ensino de ciências

Abstract

This research had the general objective of: understanding the contributions of the authors of dissertations and theses research produced in Brazil on the training of Science teachers for the Early Years and Action Research, in the constitution of styles and collectives of thought that characterize the research on the topic, present in the analyzed database. It was characterized by a qualitative approach, its typology was documentary research, in which it presented the analysis of theoretical references of Action Research identified in Brazilian dissertations and theses, available electronically in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations of the Brazilian Institute of Information in Science and Technology. The searches were limited to the following terms: Early Years; Teacher training; Science Teaching; Action Research. Research was identified from 2013 to 2020. The database indicated a quantity of six surveys, analyzed using Content Analysis (Bardin, 1997). Thus, it was possible to identify 24 reference authors used by the authors of dissertations and theses to describe and characterize Action Research, the three most frequently used context units are: i) "action" with five registration units; ii) "observation" and iii) "reflection", both with 4 registration units. We highlight the two reference authors that contained a significant number of recording units: i) Carr & Kemmis (1988) with 31 recording units; ii) Elliott (1990), with 15 recording units. These authors are aligned with a critical conception, aiming at the student's leading role in the critical learning process regarding the problem in their daily lives. We emphasize the importance of continuing to research and use Action Research to develop research in teacher training in Science.

Keywords: dissertations and theses; teacher training; science teaching

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general: comprender las contribuciones de los autores de investigaciones de disertación y tesis producidas en Brasil sobre la formación de profesores de Ciencias para la Educación Infantil y la Investigación-Acción, en la constitución de estilos y colectivos de pensamiento que caracterizan las investigaciones en el tema, presente en la base de datos analizada. Se caracterizó por un abordaje cualitativo, con investigación documental como tipología, en la cual se presentó el análisis de referenciales teóricos de la Investigación-Acción identificados en disertaciones y tesis brasileñas, disponibles en medio electrónico en la Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Las búsquedas se limitaron a los términos: Años iniciales; Formación de profesores; Enseñanza de las ciencias; Investigación-acción. Se identificaron investigaciones entre 2013 y 2020. La base de datos indicó un número de seis estudios de investigación, analizados mediante análisis de contenido (Bardin, 1997). De esta forma, fue posible identificar 24 autores de referencia utilizados por los autores de disertaciones y tesis para describir y caracterizar la

Investigación-Acción, siendo las tres unidades de contexto más frecuentes: i) "acción" con cinco unidades de registro; ii) "observación" y iii) "reflexión", ambas con 4 unidades de registro. Destacamos los dos autores de referencia que contenían un número significativo de unidades de registro: i) Carr & Kemmis (1988) con 31 unidades de registro; ii) Elliott (1990), con 15 unidades de grabación. Estos autores se alinean a una concepción crítica, objetivando el protagonismo del estudiante en el proceso de aprendizaje crítico frente a los problemas de su vida cotidiana. Destacamos la importancia de seguir investigando y utilizar la Investigación-Acción para desarrollar investigación en la formación docente en Ciencias.

Palabras clave: disertaciones y tesis; formación de profesores; enseñanza de la ciencia.

1. Introdução

Destacamos a importância da formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, pautando-se nos processos de Investigação-Formação-Ação (IFA) nas pesquisas de Güllich (2012); Emmel (2015); Alarcão (2010); Bervian (2019); Lunardi (2020); Radetzke & Güllich (2021). Compreende-se IFA como proposição do estudo que possibilite analisar a formação de professores que atuam nos Anos Iniciais, considerando as implicações na formação em Ciências. A IFA se originou da Investigação Ação (IA) crítica e/ou emancipatória, essa que tem como premissa básica a pesquisa da própria prática visando a transformação e melhoria do contexto em que o docente se insere (CONTRERAS, 1994; GÜLLICH, 2012).Nesse contexto, este estudo apresenta a análise do referencial teórico utilizado nas pesquisas de dissertações e de teses brasileiras com enfoque na IA, na formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais, na produção de conhecimentos, constitutivos de estilos de pensamento e coletivos de pensamento (Fleck, 1986).

De acordo com Emmel (2011) há um aumento significativo na produção de pesquisas brasileiras que utilizam o referencial epistemológico em Fleck, especialmente teses e dissertações de programas de pós-graduação em educação. Suas ideias vêm sendo utilizadas em pesquisas na área da educação ou no ensino de ciências: Nascimento (2005); Scheid (2006); Parreiras (2006); Bertoni (2007); Muenchen (2010); Pansera-de-Araújo, Gehlen, Mezalira & Scheid (2011); Emmel (2011): Leite (2016); Slongo & Delizoicov (2016); Leite & Zanon (2018); Leite & Kroetz (2020); Lunardi & Emmel (2021).

Ludwik Fleck (1896-1961) foi um médico Polonês, Doutor em Clínica Geral pela Universidade Jan Kazimierz de Lviv, que atuou como professor em universidades, direcionando esforços no estudo da microbiologia e bioquímica onde dirigiu laboratórios bacteriológicos em seu país (Fleck, 1986). Sua primeira inserção na área de epistemologia se deu em 1926, em Lwów, quando proferiu uma conferência sobre os modos de pensar médico na Sociedade de Amigos da História da Medicina (filiada à Sociedade Polonesa de Filosofia e História da Medicina) (Gonçalves, Marques & Delizoicov, 2011).

Neste estudo buscaram-se as origens das categorias epistemológicas: estilos de pensamento e coletivos de pensamento (Fleck, 2010). Define-se coletivo de pensamento: "uma comunidade de indivíduos que compartilham práticas, concepções, tradições e normas" (Fleck, 2010, p. 27), em que o modo de observar o objeto do conhecimento e de comunicar-se com o mesmo é o que define o estilo de pensamento. Dessa forma, compreendemos que a ciência é uma atividade construída por comunidades de investigadores, formando o Coletivo de pensamento (Ibidem, 1986).

O estilo de pensamento é entendido como sendo "um perceber dirigido com a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido" (Fleck, 1986, p. 145). Assim, caracteriza-se pelos problemas que convêm ao coletivo, pelos pareceres que o pensamento coletivo julga certo e pelos métodos que manipulam como meio de conhecimento. Além disso, ele possibilita uma imposição sobre os indivíduos, acarretando pensar da mesma forma, sendo assim, o coletivo de pensamento existe quando há duas ou mais pessoas que partilham do mesmo estilo de pensamento.

Conforme Lorenzetti (2007), os estilos de pensamento podem ser entendidos como os conhecimentos e as práticas compartilhadas por integrantes da comunidade de pesquisa constituinte do coletivo de pensamento. Nesse sentido, o estilo de pensamento pode contribuir para a análise dos referenciais das pesquisas sobre IA na Formação de professores em Ciências dos Anos Iniciais, compreendendo os eixos teóricos para assim constituir a sua forma de pensar e atuar como docente ensinante de Ciências. Desse modo, pretendemos aproximar dois pontos: o educativo e o epistemológico, que está referenciado em Fleck (1986), a partir das categorias de estilo de pensamento e coletivo de pensamento.

A partir desses pressupostos, propomos os seguintes questionamentos: - Quais eixos teóricos da Investigação-ação (IA) estão refletidos nas pesquisas sobre formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais? - Que estilos de pensamento e coletivos de pensamento constituem essas pesquisas? - É possível reconhecer os autores das pesquisas sobre formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais, bem como suas contribuições nos processos de Investigação-Ação, à luz da Epistemologia de Fleck (1986)? - Quais serão os autores-referenciais mais citados nas publicações? Reconhecer os autores-referenciais é relevante para perceber quais conceituam a IA como uma investigação, ou uma reflexão, uma formação social ou uma transformação ou um processo de melhoria

Nesse sentido, o problema desta pesquisa é analisar como os estilos de pensamento e os coletivos de pensamento sobre a Investigação-ação são formados e apresentados nas pesquisas brasileiras de formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais. Logo, o objetivo geral desta pesquisa é compreender as contribuições dos autores-referenciais utilizados nas pesquisas de dissertações e de teses, produzidas no país, sobre Investigação-ação na formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais, na constituição de estilos de pensamento e coletivos de pensamento que caracterizam a pesquisa do tema, presentes na base de dados analisada. Assim, consideramos a hipótese de que o conhecimento no coletivo de pensamento dos referenciais das pesquisas, em relação à IA o e a formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais, pode ter raízes epistemológicas relativamente fortes na perspectiva de desenvolver a Investigação-Ação de forma crítica e reflexiva, tomando a prática docente como ponto de partida para mudanças.

2. Metodologia de pesquisa

Esta pesquisa em Ensino de Ciências apresenta uma abordagem qualitativa (Lüdke & André, 2001), mediante pesquisa documental, realizadas a partir de revisão da literatura em trabalhos acadêmicos brasileiros. Nos critérios de busca e delimitação do recorte de análise, utilizamos os termos: Anos Iniciais; Formação de professores; Ensino de Ciências; Investigação-Ação, onde foram encontradas seis dissertações e teses.

As questões éticas de pesquisa foram respeitadas, visto que foram analisados trabalhos acadêmicos distinguidos em sites de domínio público na Web 2.0. Para o tratamento dos dados, as pesquisas encontradas foram nomeadas por uma letra "P" (pesquisa) e numeradas em ordem crescente: P1, P2 até P6. As dissertações e as teses encontradas no repositório, a priori, foram analisadas a partir da identificação

e da classificação, em que utilizamos ferramentas como o Google Planilhas e o Google Excel, para facilitar a categorização, de modo a filtrar, explorar e analisar os dados relevantes à pesquisa.

Após realizar as leituras de cada pesquisa, fizemos a tabulação no Microsoft Excel para identificar, classificar e organizar os dados das pesquisas por: ano, autor, título, quantitativo de dissertações e de teses que revelam a IA na formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais e autores-referenciais acerca da IA citados nas pesquisas. Após essa tabulação geral, formamos outra planilha no Excel com os fragmentos das citações diretas e indiretas desses autores-referenciais, utilizados a partir do enfoque: IA e a formação de professores em Ciências nos Anos Iniciais, citados nas seis pesquisas, para melhor leitura e análise por parte das autoras.

Foram encontrados 22 autores-referenciais e 18 referências utilizadas nas seis pesquisas, e suas respectivas citações diretas e indiretas, citadas pelo menos uma vez, considerando a totalidade das pesquisas organizadas em uma planilha do Excel. Nesses fragmentos, foram observados que havia autores que eram citados com uma maior frequência dos que os demais, desse modo, optamos por separá-los em uma nova planilha, realizamos novas leituras e elaboramos sínteses com as principais ideias de cada um dos autores-referenciais citados. Nesse processo, dos 22 autores-referenciais, aparecem com maior frequência nas pesquisas: -Carr, W. & Kemmis, S. (1996-1998); - Rosa, M. I. F. P. S. (2003); -Elliott, J. (1991). A partir do processo de síntese, que foi realizado através da leitura e retirada das principais ideias de cada um dos autores-referenciais, foram selecionadas cinco unidades de contexto encontradas e organizadas em outra planilha do Excel, e com a ajuda da ferramenta Filtro, possibilitando a construção dos Eixos Temáticos, analisados a partir dos Coletivos e Estilos de Pensamentos de Fleck (2010).

Para as análises dos dados das seis pesquisas foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo, que Bardin (1977, p. 42) define como:

"[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens."

A abordagem de Análise de Conteúdo busca explicar e sistematizar o conteúdo da mensagem e o significado desse conteúdo, por meio de deduções lógicas e justificadas, tendo como referência sua origem e o contexto das mensagens. Esta análise tem como objetivo a busca do sentido ou dos sentidos para a base de dados.

As seis pesquisas foram analisadas de acordo com Bardin (1997), que compreende as três seguintes etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Na etapa de pré-análise os textos foram desenvolvidos através das interpretações dos trabalhos fracionados, a fim de que possibilitasse a concepção de unidades de registro. Na etapa de exploração do material realizou-se a codificação e categorização do material, onde foi possível desenvolver determinadas relações às unidades de registro e associadas de acordo com suas conformidades semânticas, que se constituíram as unidades de contexto, ou seja, as categorias a priori: Social, Formação, Reflexão, Transformações e Ação. A posteriori, na etapa de tratamento dos resultados que consiste na síntese da seleção dos resultados e inferências, foi realizado o tratamento dos resultados obtidos e interpretação acerca das categorias.

Para a produção de dados, foram desenvolvidas buscas no banco eletrônico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), coordenado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), do ano de 2013 até 2020. No Tabela 1 apresentamos o Corpus de análise de pesquisa, com o título, autores, ano de publicação e códigos que serão utilizados na Análise de Conteúdo.

Tabela 1. *Corpus* de análise de pesquisas

C*	Autor/ano	Título
P1	Marinho, Julio Cesar Bresolin (2013)	Os modos de estruturação da educação em saúde na Escola: das concepções e do currículo às práticas educativas e à aprendizagem
P2	Silva, Grasiele Ruiz (2013)	A alavanca, o prisma e a lâmpada: a história da ciência e a experimentação Nos Anos Iniciais
P3	Soares, Adriane de Fátima da Luz (2013)	Sequência didática como estratégia de ensino interdisciplinar: uma experiência com alunos deficientes intelectuais
P4	Castro, Elias Brandão (2018)	Formação docente em contexto: processos de investigação-ação sobre a abordagem de conhecimento químico nos Anos Iniciais
P5	Pereira, Uiliete Márcia Silva De Mendonça (2018)	Metamorfoses formativas: um estudo sobre a atividade lúdica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental
P6	Kanashiro, Mônica Daniela Dotta Martins (2020)	Formação continuada de docentes para produção de material em ferramenta de autoria baseada no modelo Tpack e na abordagem CSS

Fonte: elaborada pelas autoras.

No Tabela 1 foram encontradas, no banco eletrônico BDTD coordenado pelo IBICT, o total de seis pesquisas (cinco dissertações e uma tese), no período dos anos de 2013 até 2020, acerca do tema em questão. Pode-se verificar, nesse contexto, que no primeiro decênio (2001 a 2010) nenhuma pesquisa foi encontrada. Já no segundo decênio (2011 a 2020) foram seis pesquisas, ou seja, houve um interesse pelo tema em questão e aumentou as pesquisas em relação ao primeiro decênio. Ressalta-se que a pesquisa foi realizada no decorrer do mês de abril do ano de 2022.

3. Análise dos modelos de Investigação-Ação a partir dos referenciais das pesquisas

A partir da base de dados foi possível identificar características das produções, em que foram selecionadas as referências bibliográficas relacionadas a IA das seis pesquisas, de modo a buscar por elementos que representassem os estilos de pensamento dos autores-referenciais que traziam o conceito de IA. Foram identificados um total de 24 autores-referenciais utilizados sobre a IA, estes citados direta ou indiretamente, na totalidade das seis pesquisas analisadas.

Os dados foram tabulados e os autores encontrados mais de uma vez foram reunidos e organizados no Tabela 2. As referências estão organizadas conforme a busca realizada (em ordem crescente) nas pesquisas de dissertações e/ou teses.

Tabela 2. Referências sobre IA mais frequentes nas dissertações e/ou teses analisadas

Autor/es	**Pesquisa**	**Referência**
Carr, W.; Kemmis, S.; Mctaggart, R.	P1	Carr, W. (1996). *Una teoria para la educación: hacia una investigación educativa crítica*. Madrid: Fundación Paideia y Ediciones Morata.
	P1	Carr, W.; Kemmis, S.(1998) Teoria Crítica de la enseñanza*: la investigación-acción em la for-mación del profesorado*. Barcelona: Martinez Rocca.
	P4	Carr, W.; Kemmis, S (1998). *Teoria Crítica de la enseñanza: la investigación-acción em la for-mación del profesorado*. Barcelona: Martinez Rocca.
	P4	Kemmis, S.; McTaggart, R. (1988.) *Como planificar la investigación acción*. Barcelona: Editorial Laerts,
Elliott, J.	P1	Elliott, J. (1991). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Ediciones Morata.
	P4	Elliott, J. (1990). *La investigación – acción en educación*. Espanha: Morata.
Rosa, M. I.F. P. S.; Sene, I. P.; Parma, M.; Quintino, T. C. A.; Schnetzler, R. P.	P1	Rosa, M. I. de . F. P. S., Sene, I. P., Parma, M., & Quintino, T. C. de A. (2011). *Formação de professores da área de ciências sob a perspectiva da investigação-ação*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências *3*(1). Recuperado de https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4108
	P6	Rosa, M. I. P. & Schnetzler, R. P. (2003). *A investigação-ação na formação continuada de professores de Ciências*. *Ciência & Educação, (9)*01, 27-39. Recuperado de https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Dks7MmfcDS3BXBCPGM9swgx/?format=pdf&lang=pt
Grabauska, C. J.; Tauchen, G.	P1	Grabauska, C. J. & Tauchen, G. (2003) *O rei está nu**:** encantos e desencantos da investigação-ação educacional*. Pedagogia: a revista do curso *(2)3, 31-47*.
Bogdan, R.; Biklen, S.	P2	Bogdan, R. & Biklen, S. (1994) *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.	P3	Santos, E.; Morais, C., & Paiva, J. (2004). *Formação de professores para a integração das TIC no ensino da matemática – um estudo da Região Autónoma da Madeira*. Simpósio Internacional de Informática Educativa. Coimbra: Center for Computational Physics, 337-345.
Alarcão, I.	P4	Alarcão, I. (1996). *Formação Reflexiva de Professores: estratégias de supervisão*. Porto: Porto Editora.
Contreras, J. D.	P4	Contreras, J. D. (1994). *La investigación en la acción*. Cuadernos de Pedagogia, 224, 7-31.
Rincón Igea, D.	P4	Rincón I. D. (1997). *Investigación acción cooperativa*. En MJ. Gregorio Rodríguez (71 -97): Memorias del seminario de investigación en la escuela. Santa fe de Bogota 9y 10 de Diciembre. Santa fe e Bogota: Quebecor Impreandes, p. 112-153.
Vieira, G. B.	P5	Vieira, G. B. (2010). *Alfabetizar Letrando: investigação-ação fundada nas necessidades de formação docente*. (Tese de Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil.
Thiollent, M.	P5	Thiollent, M. (2011). *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez.
Campos, F. R. P.	P6	Campos, F. R. P. (2012). *Os professores como autores e editores de recursos educativos digitais: uma investigação-ação na escola*. (Tese de Doutorado). Universidade de Lisboa - ULisboa, Lisboa, Portugal.
Anderson, G. L.; Herr, K.	P6	Anderson, G. L., & Herr, K. (2016). O docente-pesquisador: a investigação-ação como uma forma válida de geração de conhecimentos. *Revista Interinstitucional Artes de Educar, (2)*1, 4-24.

Fonte: elaborada pelas autoras.

A partir dos dados do Tabela 2 identificamos nas pesquisas que os autores mais frequentes foram: Carr, W. & Kemmis, S. (P1, P4: total de citações três, somando-se uma apenas de Kemmis com outro autor, total de citações quatro); Elliott, J. (P1, P4: total de citações duas); Rosa, M. I. F. P. S. (P1, P6: total de duas citações).

Os dados foram tabulados e os autores encontrados mais de uma vez foram reunidos e organizados no Tabela 2. As referências estão organizadas conforme a busca realizada (em ordem crescente) nas pesquisas de dissertações e/ou teses. Neste Tabela de referenciais foram realizadas buscas dirigidas através das leituras das citações diretas desses autores, para selecionar excertos das citações que conceituam a IA

constituindo assim uma nova planilha. Foram destacadas unidades de significado, as quais formaram cinco unidades de contexto, que são as categorias, ou seja, as proposições conforme a Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), organizadas em extensão nos estilos de pensamento, elaboradas conforme a afinidade semântica e de significados das unidades. As análises foram a partir da epistemologia de Fleck (1986), que propiciaram (re)construir relações, bem como analisar os coletivos e estilos de pensamento, nas unidades de contexto elaborados, acerca da produção do conhecimento e métodos que circundam a IA, e a formação de professores em Ciências dos Anos Iniciais.

As cinco unidades de contexto formadas estão representadas nas compreensões das quatro categorias, que apresentam os Tabelas que foram analisados. Estes Tabelas representam os coletivos de pensamento, que para Fleck (1986) tratam-se de grupos que, mesmo distintos, equiparam-se intelectualmente na construção do conhecimento, com base em métodos e na epistemologia. O conhecimento coletivo forma um estilo de pensamento construído coletivamente, utilizando em comum as referências, agregado às vivências de cada pesquisador, gerando diferentes olhares sob o mesmo objeto de pesquisa (Ibidem, 2010).

Unidade de contexto 1: Social

A unidade de contexto "Social" foi elaborada a partir do agrupamento das unidades de registro conforme os seus significados e semelhanças semânticas, através da utilização da ferramenta filtro do Excel. Em relação às proposições da IA na perspectiva social, parte-se do entendimento de autores Carr & Kemmis (1988) que definem a IA como um conjunto de práticas que visam a mudança, elas dependem da interação e do compartilhamento social do pesquisador/pesquisados/ambiente, para que o processo colaborativo e reflexivo aconteça com um todo, logo entendemos a unidade de contexto social como sendo primordial para termos o processo de IA.

A base de dados revelou nesta unidade de contexto a presença de 23 autores-referenciais, que podem ser identificados no Tabela 3 que formam coletivos e estilos de pensamento sobre a IA nas seis pesquisas analisadas. A Unidade de registro "Pesquisadores" foi a mais frequente entre autores-referenciais com 12 registros, dos 24 analisados, ou seja, 50% dos autores-referenciais utilizados conceituam social como sendo algo que engloba a participação de pesquisadores. Deste modo, este coletivo contribuiu para a formação deste conhecimento, e, no que lhe concerne, compõem um estilo de pensamento, com base nas dissertações e teses analisadas.

Tabela 3. Representações de Estilos e Coletivos de pensamento da IA: Social

Unidades de registro	**Dissertação ou Tese**	**Em quais referenciais aparece?**
Pesquisadores	P2-P4-P5-P6	Bogdan, R.; Biklen, S.. Contreras, J. D. Rincón Igea, D.; Thiollent, M.; Anderson, G. L.; Herr, K.; Carr, W.; Kemmis,S.; Mctaggart, R.; Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P.
Participantes	P1-P4-P5	Rosa, M. I. F. P. S.; Sene, I. P.; Parma, M.; Quintino, T. C. A.; Elliott, J.; Thiollent, M.; Carr, W.; Kemmis, S.; Mctaggart, R

Contexto social	P1-P4-P6	Carr, W.; Kemmis, S.; Campos, F. R. P. ; Elliott, J. Vieira, G. B.; Mctaggart, R
Social	P1-P4-P5	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.; Carr, W.; Kemmis, S.; Thiollent. Elliott, J.
Compartilhando	P1-P2	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.; Bogdan, R.; Biklen, S.
Comunidade de praticantes	P1-P4	Carr, W.; Kemmis, S.
Problematizador do processo	P1-P3	Quintino, T. C. A.; Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.
Envolvidos	P1-P6	Carr, W.; Anderson, G. L.; Herr, K.
Realidade escolar	P1-P6	Carr, W.; Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P.
Discussão	P5	Thiollent, M.
Integrar	P1	Carr, W.
Grupo	P1	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.
Cultura	P1	Rosa, M. I. P.
Política	P4-	Carr, W.; Kemmis, S.; Elliot, J.
Identidade	P1	Rosa, M. I. P.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Analisando a unidade de contexto Social (15 unidades de registro em seis pesquisas), destacamos as duas unidades de registro com mais frequência, entre as pesquisas analisadas, são elas: "Pesquisadores", presentes em quatro (P2, P4, P5, P6) das seis pesquisas analisadas. A segunda unidade de registro mais utilizada nessa unidade de contexto para definir a IA foi "Participantes", com a frequência de três (P1-P4-P5) das seis pesquisas em questão. Dentre os autores-referenciais que abordam estas unidades de registro, evidenciamos a citação de Thiollent (2011)

> [...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os

> participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2011, p. 20).

Este autor-referência apresenta a IA como um método de pesquisa social, em que associa a uma ação ou a um problema, visando a resolução do mesmo, como um modelo a ser seguido, com passo a passo para se chegar nos resultados propostos. Identificamos o referencial de Thiollent como técnico, na perspectiva dos tipos de IA propostos por Contreras (1994): técnica, prática e crítica. Segundo Contreras (1994, p. 10, tradução nossa), a IA é técnica quando consiste em um "processo guiado por 'peritos' que os práticos executam a investigação desenhada por aqueles e dirigida a obtenção de resultados prefixados, com uma clara preocupação produtivista e eficientista". Na perspectiva da IA técnica os agentes não foram os protagonistas do processo, desassociavam a investigação da ação e se baseavam na observação da ação (Güllich, 2012).

Unidade de contexto 2: Formação

A unidade de contexto "Formação" foi elaborada a partir da relação entre as proposições da IA e a formação, a partir de Elliott (1991) que coloca o coordenador da investigação-ação como formador de professores reflexivos, enquanto os professores do grupo assumem-se como professores reflexivos. O agente interno [pesquisador, coordenador da investigação-ação], portanto, se preocupa com uma prática educativa, ainda que de forma distinta da que os professores com os quais trabalha. Estes se dedicam a promover as capacidades de aprendizagem dos alunos, enquanto o primeiro se preocupa em promover as capacidades de aprendizagem dos professores (Elliott, 1991, p. 319).

A investigação-ação promove o questionamento para a ação do professor, o pensar na ação com o objetivo de desenvolver as práticas educativas. Relaciona a ação individual e a do grupo, assumindo uma dimensão coletiva no próprio espaço de trabalho, buscando melhorar o seu fazer educativo e a sua compreensão dessas práticas. Deste modo, evoluindo coletivamente, através do refletir, e a partir disto (re)construir significados coletivos, no entorno do social/histórico/cultural da comunidade, por conseguinte entendemos a unidade de contexto "Formação" como sendo primordial para termos o processo de IA.

A base de dados revelou nesta unidade de contexto a presença de 19 autores-referenciais, que podem ser identificados no Tabela 4 que formam coletivos e estilos de pensamento sobre a IA nas cinco pesquisas analisadas. A unidade de registro "Investigadores" foi a mais frequente entre autores-referenciais com sete registros, dos 24 analisados, ou seja, 29,17% dos autores-referenciais utilizados apresentaram a formação de professores investigadores do processo. Deste modo, este coletivo mesmo distinto contribuiu para a formação deste conhecimento, compondo um estilo de pensamento com base nas dissertações e teses analisadas.

Tabela 4. Representações de Estilos e Coletivos de pensamento da IA: Formação

Unidades de registro	**Dissertação ou Tese**	**Em quais referenciais aparece?**
Investigadores	P1-P4-P6	Rosa, M. I. F. P. S.; Sene, I. P.; Parma, M.; Quintino, T. C. A.; Campos, F. R. P. Carr, W.; Kemmis, S.

Formação	P2-P4-P5-	Carr, W.; Kemmis, S..;Vieira, G. B.; Rincón Igea, D.; Bogdan, R.; Biklen, S.;Thiollent, M.
Conhecimento	P4-P5	Carr, W.; Kemmis, S.; Elliott, J.; Thiollent, M.
Desenvolvimento profissional	P4-P6	Alarcão, I. Anderson; Herr.
Processo	P4-P6	Carr, W.; Kemmis, S.; Elliott, J.; Alarcão, I.; Campos, F. R. P
Interpretações	P1	Carr, W.; Kemmis, S.
Reconstruir	P1	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.
Significado	P1	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.
Teoria	P4	Carr, W.; Kemmis, S.
Currículos	P4	Contreras, J. D.
Conteúdo	P6	Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Analisando a unidade de contexto Formação (11 unidades de registro em 5 pesquisas), destacamos as duas unidades de registro mais frequentes entre as seis pesquisas analisadas: 1) "Investigadores" presente em três (P1-P4-P6); 2) "Formação", presente em três também (P2-P4-P5). Dentre os autores-referenciais que abordam estas unidades de registro, evidenciamos a citação de Rosa (2003) que contribuiu com duas unidades de registro distintas. A autora aposta em uma variação da pesquisa participante: a Investigação-Ação, a qual concebe os professores não somente como objetos da investigação, como via para coleta de dados ou como implementadores de propostas didáticas. Na Investigação-Ação, os participantes são investigadores juntamente com o pesquisador, sendo este visto como um problematizador do processo (Rosa et al., 2003).

Para Rincón, (1997) a investigação-ação se apresenta como método de pesquisa significativo e adequado para o campo educacional, já que ela promove a qualidade de ensino, ao proporcionar ao professor formas esclarecidas de sua atuação em sala de aula, potencializando desse modo à aprendizagem e redimensionando a figura do professor como pesquisador reflexivo e em contínuo processo de formação.

Os autores-referência Rosa e Rincón nos trazem que na perspectiva da IA os professores são os protagonistas do processo, logo, sem os sujeitos não há IA. Sendo assim, a IA é uma reflexão-ação coletiva,

com caráter formativo, que visa a emancipação, autonomia e crítica dos sujeitos (sociais/históricos/culturais) da pesquisa.

Unidade de contexto 3: Reflexão e Transformação

A unidade de contexto "Reflexão e Transformação" evidencia o autor Vieira (2010, p. 25-26), o qual escreve que: "o exercício da docência não se resume à aplicação de modelos previamente estabelecidos, ele envolve a complexidade que se manifesta no contexto da prática pedagógica desenvolvida pelos professores". Para Vieira (2010, p. 33), a formação contínua de professores aparece como uma das dimensões do processo formativo do professor, que poderá contribuir para que este se mantenha sempre numa postura constante de construção e reconstrução de seu próprio conhecimento, tendo em vista as rápidas e profundas transformações ocorridas em todos os setores da vida humana. Logo, entendemos que através da IA na educação e da reflexão crítica da prática, transformamos todo o contexto.

A base de dados revelou nesta unidade de contexto a presença de 20 autores-referenciais, que podem ser identificados no Tabela 5 que formam coletivos e estilos de pensamento sobre a IA nas pesquisas analisadas. As unidades de registro mais frequentes são: "Reflexão" com quatro pesquisas (P1-P4-P5-P6) e 11 autores-referenciais, ou seja, 45,83% dos autores-referenciais utilizados (24) apresentaram a reflexão dos professores como importante para o processo de IA. Também, a "Observação" com 4 pesquisas (P1-P2-P4-P6) e com seis autores-referenciais (25%), dos 24 analisados. Estes autores-referenciais conceituam a IA como: uma investigação; ou uma reflexão, ou uma transformação ou um processo de melhoria.

Tabela 5. Representações de Estilos e Coletivos de pensamento da IA: Reflexão e Transformação.

Unidade de contexto	**Unidades de registro**	**Dissertação ou Tese**	**Em quais referenciais aparece?**
Reflexão	Reflexão	P1-P4-P5-P6	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.; Carr, W.; Kemmis, S.; Alarcão, I.; Mctaggart, R.; Vieira, G. B.; Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P. Elliot, J.; Campos, F. R. P.
	Observação	P1-P2-P4-P6	Carr, W.; Kemmis, S.; Bogdan, R.; Biklen, S.; Mctaggart, R.; Campos, F. R. P.
	Planejamento	P1-P2-P6	Carr, W.; Kemmis, S.; Bogdan, R.; Biklen, S.; Anderson, G. L.; Herr, K. Campos, F. R. P.; Elliot, J.; Contreras, J. D.
	Replanejar a ação	P1-P4	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.; Carr, W.; Kemmis, S.
	Espiral autorreflexiva	P1-P3	Carr, W.; Kemmis, S.; Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.
	Problemas	P4	Alarcão, I.
	Soluções	P4	Alarcão, I.

	Entendimentos	P1	Carr, W.; Kemmis, S.
Transformação	Saberes	P5	Vieira, Giane Bezerra.
	Melhorar as práticas	P1	Carr, W.; Kemmis, S.
	Mudanças educacionais	P4	Kemmis, S.; Mctaggart, R.
	Mudanças sociais	P4	Contreras, J. D.
	Mudanças	P4	Contreras, J. D.
	Transformação	P5	Vieira, G. B.
	Qualidade de ensino	P4	Rincón Igea, D.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Evidenciamos na unidade de contexto Reflexão e Transformação (15 unidades de contexto nas seis pesquisas). Dentre os autores-referenciais que abordam estas unidades de registro, evidenciamos a citação de Carr & Kemmis (1988) com oito unidades de registro distintas. Os autores apresentam na obra "Teoria Crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado", os objetos da IA porque se assume como uma alternativa para o desenvolvimento profissional dos professores:

> Os 'objetos' da investigação-ação (as coisas que os investigadores ativos investigam e se propõem a melhorar) são suas próprias práticas educativas e o entendimento de tais práticas, assim como as situações em que são praticadas. (Carr & Kemmis, 1988, p. 191).

Esses autores enfatizam três condições necessárias para sustentar uma IA:

> O primeiro, que um projeto tenha planejado como tema uma prática social, considerada como uma forma de ação estratégica susceptível de melhoramento; O segundo, que dito projeto percorra um espiral planejamento, ação, observação e reflexão, estando todas estas características implantadas e inter-relacionadas sistemática e auto-criticamente; O terceiro, que o projeto implique aos responsáveis das práticas em todos e cada um dos momentos da atividade, ampliando gradualmente a participação no projeto para incluir a outros afetados pelas práticas, e mantendo um controle colaborativo do processo (Carr & Kemmis, 1988, p. 177).

De acordo com Carr & Kemmis (1998), a investigação-ação enquanto processo de reflexão, investigação e formação pode se efetivar por meio de um grupo de colaboradores, nele não há uma hierarquia de detenção do saber e por isso a produção do conhecimento percorre em via de mão dupla, um processo onde todos os sujeitos são participantes.

Entre os autores-referenciais que abordam estas unidades de registro que formam a unidade de contexto Reflexão e Transformação, evidenciamos também Elliott (1991). O mesmo autor coloca que o coordenador da investigação-ação assume-se como formador de professores reflexivos, enquanto os professores do

grupo assumem-se como professores reflexivos. O agente interno [pesquisador, coordenador da investigação-ação], portanto, se preocupa com uma prática educativa, ainda que de forma distinta da que os professores com os quais trabalha. Estes se dedicam a promover as capacidades de aprendizagem dos alunos, enquanto o primeiro se preocupa em promover as capacidades de aprendizagem dos professores. (Elliott, 1990, p. 319). A investigação-ação promove o questionamento para a ação do professor, o pensar na ação com o objetivo de desenvolver as práticas educativas. Relaciona a ação individual e a do grupo, assumindo uma dimensão coletiva no próprio espaço de trabalho, buscando melhorar o seu fazer educativo e a sua compreensão dessas práticas.

Estes autores trazem seus diferentes modos de compreender a IA, como um conhecimento que se constitui a partir de problemas do coletivo, que possui caráter investigativo. Cada autor-referencial entende a sua maneira, com a ajuda de métodos e da epistemologia do conhecimento, e é isso que constitui o coletivo e estilos de pensamento em torno da IA e a formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais.

Unidade de contexto 4: Ação

A unidade de contexto "Ação" foi elaborada a partir da relação das proposições da IA e a ação. Parte-se do entendimento do autor Alarcão (1996) que a reflexão sobre a ação "[...] tem um papel central no processo de desenvolvimento profissional docente, tendo em vista o seu potencial em possibilitar ao profissional construir uma forma pessoal de conhecer, ajudando-a determinar suas ações futuras, a compreender (antigos) e futuros problemas e a descobrir novas soluções (Alarcão, 1996, p.19).

A base de dados revelou nesta categoria, a presença de 16 autores-referenciais, que podem ser identificados no Tabela 6, formando coletivos e estilos de pensamento sobre a IA nas pesquisas analisadas. A unidade de registro "Ação" foi a mais frequente entre autores-referenciais com nove registros, dos 24 analisados, ou seja, 37,5% dos autores-referenciais utilizados conceituam a IA diretamente ligada à ação. Demarcam-se os distintos coletivos, que contribuíram para a formação deste conhecimento tendo como base epistemologia e metodológica, que compõem um estilo de pensamento com base nas dissertações analisadas.

Tabela 6. Representações de Estilos e Coletivos de pensamento da IA: Ação

Unidades de registro	**Dissertação ou Tese**	**Em quais referenciais aparece?**
Ação	P1-P3-P4- P5-P6	Carr, W.; Kemmis, S.; Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.; Alarcão, I.; Thiollent, M.; Mctaggart, R.; Campos, F. R. P.
Prática	P1-P4-P6	Grabauska, C. J.; Tauchen, G.; Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P.; Kemmis, S.; Mctaggart, R.; Campos, F. R. P.; Elliott, J.
Experiência	P4-P5	Elliot, J.; Thiollent, M.
Intervenções	P6	Anderson, G. L.; Herr, K
Tomada de decisão	P3	Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Evidenciamos na unidade de contexto Ação (cinco unidades de registro em cinco pesquisas), destacamos as duas unidades de registro mais frequentes entre as seis pesquisas analisadas: 1) "Ação" encontradas em cinco pesquisas (P1-P3-P4- P5-P6) e "Prática", presentes em três pesquisas (P1-P4-P6). Dentre os autores-referenciais que abordam estas unidades de registro, evidenciamos a citação de Campos (2012) que define a IA como uma metodologia aconselhada para estudar processos de mudança nos contextos sociais. Segundo o autor, o propósito desta metodologia é entender e melhorar as ações dos profissionais no seu ambiente de trabalho, possibilitando aos investigadores criar pontes entre a teoria e a prática (Campos, 2012, p. 83).

Nesta perspectiva os autores-referenciais abordam a IA como sendo um método capaz de propiciar as mudanças na prática, libertando a ação para se ajustar a fatores externos, e assim promover uma aprendizagem cheia de significados. Deste modo, os agentes são os protagonistas do processo, sem os sujeitos e sem a ação desempenhada por eles na comunidade, não há IA.

Deste modo, pela Análise de Conteúdo foi possível compreender as variações presentes nas categorias fleckianas dos estilos e coletivos de pensamento, considerando que o coletivo de pensamento não é a simples soma de indivíduos: "o indivíduo nunca, ou quase nunca, está consciente do estilo de pensamento coletivo que, quase sempre exerce uma força coercitiva em seu pensamento e contra a qualquer contradição é simplesmente impensável" (Fleck, 1986, p. 84). Dessa forma, percebemos em algumas pesquisas uma crescente busca por diferentes concepções do conhecimento acerca do conceito da IA, vindo de encontro com a nossa pesquisa em que se busca conhecer, analisar, refletir e (re)construir os conceitos já edificados, tendo em vista as percepções de Fleck (1986).

Durante a Análise de Conteúdo (Bardin, 1977) pela unitarização, foram encontradas 46 unidades de registro, as quais foram reorganizadas e estabelecidas relações, agrupadas por semelhança através da utilização da ferramenta filtro do Excel. Na categorização foi considerada a proximidade semântica e de significado das unidades. Desse modo, essas categorias compõem as unidades de contexto, resultantes da pesquisa.

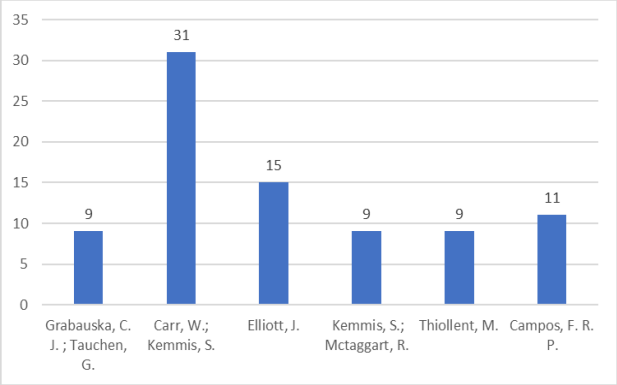
Os agrupamentos, reconhecidos como unidades de contexto, reunidos por diversas unidades de registro elaboradas acerca da IA, foram realizados para reconhecer os estilos e coletivos de pensamento. Essa constituição se fez a partir da vontade de fortalecer a formação inicial de professores de Ciências para os Anos Iniciais, na perspectiva de melhor compreender suas teorizações, seus conhecimentos, o que possibilitou rever conceitos.

Ao analisarmos as unidades de contexto e as unidades de registro, em ordem de frequência: "Social", com 15 unidades de registro; "Formação", com 11 unidades de registro; "Reflexão e Transformação", com respectivas oito unidades de registro e sete unidades de registro (15 unidades de registro); "Ação", com cinco unidades de registro. Constatamos que nenhuma unidade de contexto contemplou todos os 24 autores-referenciais simultaneamente. A unidade de contexto "Social" com 23 autores-referenciais distintos e presentes nas seis pesquisas, a unidade de contexto "Formação" com 17 autores-referenciais utilizados e frequente em cinco pesquisas, a unidade de contexto "Reflexão e Transformação" com 20 autores-referenciais e presentes em seis pesquisas (se olharmos para esta unidade separadamente, temos "Reflexão" com 19 autores-referenciais e presente nas seis pesquisas, já a unidade "Transformação" com seis autores-referenciais e presente em três pesquisas analisadas). Na unidade de contexto "Ação" temos

16 autores-referenciais distintos, frequentes em cinco pesquisas. Deste modo, é possível perceber a circulação de ideias entre as novas pesquisas e as pesquisas dos autores-referenciais, revelando o nascimento de novos coletivos de pensamento (Fleck, 1986).

Os autores-referenciais, cujas citações identificaram mais unidades de registro, estão presentes no Figura 1. Destacamos um grupo de autores-referenciais (Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P.; Sene, I. P.; Parma, M.; Quintino, T. C. A.; Carr, W.; Bogdan, R.; Biklen, S.; Santos, E.; Morais, C.; Paiva, J.; Alarcão, I.; Contreras, J. D.; Rincón I., D.; Vieira, G. B.; Anderson, G. L.; Herr, K.), que identificaram menos de nove unidades de registro e não estão presentes no Figura 1.

Figura 1. Números de unidades de registro identificadas nos autores-referenciais.



Fuente: elaborada pelas autoras, 2022.

No Figura 1 identificamos os dois autores-referenciais que continham um expressivo número de unidades de registro: Carr & Kemmis (1988) com 31 unidades de registro; Elliott (1990), com 15 unidades de registro; e Campos (2012), com 11 unidades de registro. Se explorarmos o agrupamento na perspectiva de IA: crítica, prática e técnica Contreras (1994), chama a atenção, encontrarmos os dois autores-referenciais com maior número de unidades de registro: Carr e Kemmis e Elliott, alinhados a uma concepção crítica. Para Elliot (1990), a IA, em sua essência, procura melhorar a prática educativa dos participantes por meio de uma reflexão sistemática.

Carr & Kemmis (1988) interpretam a IA como uma forma de melhorar as práticas, os entendimentos e as situações de caráter educativo, sendo produzidos conhecimentos em uma comunidade de praticantes. Isto é, de protagonismo do estudante para com o problema em seu cotidiano, e com a mediação do professor/pesquisador no processo de aprendizagem crítica, assim ambos desenvolvem uma concepção reflexiva acerca do conhecimento, da prática e promovendo a autonomia.

Nesse sentido, na formação de professores, destaca-se a importância do processo de reflexão e aprimoramento da própria prática, a partir da ação em seu meio. Deste modo, não há uma receita pronta, a escola deve ser um local de produção do conhecimento e não mera transmissão deste, pois somos todos seres pensantes, e na escola também se produz conhecimento, se desenvolvem prática. Para isso, precisamos romper com o modelo da racionalidade técnica em que fomos e continuamos sendo ensinados (Schnetzler, 2000; Rosa & Schnetzler, 2003).

Logo, precisamos do desenvolvimento amplo de pesquisas na formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais e IA, viabilizando o diálogo acerca dos pressupostos epistemológicos, que demarcam as origens deste campo de pesquisas. Identificados nesta pesquisa, a partir da epistemologia de Fleck (1986) com os estilos e coletivos de pensamento, que permite depreender da análise sobre a IA em relação à concepção crítica perante os conhecimentos existentes, bem como a construção de novos. Deste modo, foi possível perceber neste estudo, que as pesquisas da base de dados e os autores-referenciais identificados permitem quebrar com este ciclo tecnicista, ou ao menos a refletirmos pela IA sobre a formação de professores em nosso País, e em como podemos contribuir para melhorias necessárias em problemas do ensino/aprendizado/formação que perpassam décadas.

4. Considerações Finais

Nesta pesquisa identificamos pesquisadores, os quais nomeamos como "autores-referenciais" em dissertações e teses brasileiras que traziam o conceito de IA, presente nas pesquisas sobre formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais e IA analisadas. Buscamos explorar, o quantitativo de vezes em que estes teóricos foram citados/ou não nas publicações, através da Análise de Conteúdo, com as unidades de contexto categorizados, trazemos a partir das 46 unidades de registro encontradas, os entendimentos dos autores-referenciais mais citados em relação à IA. A partir disso, procuramos compreender a existência/ou não, de um predomínio de estilos e coletivos de pensamentos, e analisamos quais seriam os estilos e coletivos de pensamentos predominantes nas pesquisas de formação de professores em Ciências para os Anos Iniciais e a IA.

Dessa forma, nesta pesquisa identificamos estilos e coletivos de pensamento acerca das diferentes características da IA e a sua relevante contribuição para a formação/constituição docente, bem como para a produção de novas pesquisas e ideias acerca do tema. Neste sentido, destacamos dentre os 24 autores-referenciais utilizados pelos autores das dissertações e teses para descrever e caracterizar a IA, as três unidades de contexto com maior frequência, são elas: i) "ação" com cinco unidades de registro; ii) "observação" e "reflexão", ambas com 4 unidades de registro. Destacamos os dois autores-referenciais que continham um expressivo número de unidades de registros: i) Carr & Kemmis (1988) com 31 unidades de registro; ii) Elliott (1990), com 15 unidades de registro. Estes autores são alinhados a uma concepção crítica, visando o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem crítica para com o problema em seu cotidiano.

Percebemos a importância de produzir, ampliar e (re)construir conhecimentos, visto que podemos expandir as ideias, se deixando entender como o outro percebe este conhecimento em relação à IA em diferentes perspectivas. Sendo assim, foi possível fazer reflexões e contribuições ao longo da nossa pesquisa, tendo em vista a base de dados, percebemos e compreendemos as concepções mais frequentes acerca da IA. Estas ideias distintas formam um conglomerado, conhecido como os estilos de pensamentos, podendo produzir um coletivo de pensamento capaz de revolucionar a epistemologia da IA, através da troca de informações, acreditamos estar contribuindo para esta (re) construção nesta pesquisa.

É relevante a utilização da IA para além da metodologia de pesquisa, mas como uma proposição para a formação ou constituição de professores, como evidenciamos em algumas das pesquisas analisadas. Salientamos a relevância da classificação/leitura/interpretação das pesquisas acerca da IA, pois na construção da base de dados, além de compreendermos acerca das ferramentas necessárias para organizar e filtrar informações pertinentes ao estudo, reconhecemos o contexto, fizemos relações, dialogamos e

refletimos acerca das diferentes percepções dos autores-referências abordados nas teses e dissertações analisadas.

Portanto, foi possível entendermos a IA sobre distintas concepções, bem como refletirmos este tema na formação de professores em Ciência para os Anos Iniciais. Sendo assim, através da troca de ideias, foi possível a (re)construção de conceitos, contribuindo para esboçar a epistemologia da IA, podendo transformar teorias, práticas e métodos no ensino de Ciência no contexto dos Anos Iniciais.

5. Referências

Alarcão, I. (1996). *Formação Reflexiva de Professores:* estratégias de supervisão. Porto: Porto Editora.

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Bertoni, D. (2007). *Um estudo dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno da vida*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil.

Campos, F. R. P. (2012). *Os professores como autores e editores de recursos educativos digitais:* uma investigação-ação na escola. (Tese de Doutorado). Universidade de Lisboa - ULisboa, Lisboa, Portugal.

Carr, W.; Kemmis, S.(1998) *Teoria Crítica de la enseñanza:* la investigación-acción em la for-mación del profesorado. Barcelona: Martinez Rocca.

Contreras, J. D. (1994). La investigación en la acción. *Cuadernos de Pedagogia*, 224, 7-31.

Elliott, J. (1991). *El cambio educativo desde la investigación-acción***.** Madrid: Ediciones Morata.

Elliott, J. (1990). *La investigación – acción en educación***.** Espanha: Morata.

Emmel, R. (2011). *"Estado da arte" e coletivos de pensamento da pesquisa sobre o livro didático no Brasil*. (Dissertação de Mestrado). Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí, RS, Brasil.as Ciências). Ijuí: Unijuí.

Gonçalves, F. P., Marques, C. A., & Delizoicov, D. (2011). O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química: contribuições epistemológicas. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 7*(3). Recuperado de https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4033

Güllich, R. I. C. (2012). *O livro didático, o professor e o ensino de ciências:* um processo de investigação-formação-ação. (Tese de Doutorado). Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí, RS, Brasil.

Fleck, L. (1986). *La gênesis y desarrollo de um hecho científico.* Tradução de Luis Meana. Madrid: Alianza Editorial.

Fleck, L. (2010). *Gênese e desenvolvimento de um fato científico.* Tradução de Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum.

Leite, F. A. (2016). *Desenvolvimento do coletivo de pensamento da área de ensino de ciências da natureza e suas tecnologias em processos de formação de professores*. 2016. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências). Ijuí: Unijuí.

de Andrade Leite, F., & Basso Zanon, L. (2018). Estilos de Pensamento de Professores da área de Ciências da Natureza em Processo de Investigação-Ação. *Revista Insignare Scientia - RIS, 1*(1). https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i1.7852

Lorenzetti, L. (2007). Educação ambiental e epistemologia em Fleck. In: 30ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 2007, Caxambu. *Anais*. Caxambu, p. 1-19.

Lunardi, L. & Emmel, R. (2021). Os coletivos e os estilos de pensamento em pesquisas brasileiras sobre investigação-ação. *Educar Mais*. Pelotas, p. 317- 331. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2139>.

Lüdke, M.; André, M. E. D. A. (2001). *Pesquisa em educação:* abordagens qualitativas. São Paulo: Epu.

Muenchen, C. (2010). *A disseminação dos três momentos pedagógicos:* um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**.** (Tese de Doutorado). Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

Nascimento, T. G. (2005). Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências 7*(02) 127-144.

Pansera-de-Araújo, M. C., Gehlen, S. T., Mezalira, S. M., & Scheid, N. M. J. (2011). Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 9*(3). Recuperado de https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3996

Parreiras, M. M. M. (2006). *Ludwik Fleck e a historiografia da ciência diagnóstico de um estilo de pensamento segundo as ciências da vida***.** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Rincón I. D. (1997). *Investigación acción cooperativa***.** En MJ. Gregorio Rodríguez (71 -97): Memorias del seminario de investigación en la escuela. Santa fe de Bogota 9y 10 de Diciembre. Santa fe e Bogota: Quebecor Impreandes, p. 112-153.

Rosa, M. I. de . F. P. S., Sene, I. P., Parma, M., & Quintino, T. C. de A. (2011). Formação de professores da área de ciências sob a perspectiva da investigação-ação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 3*(1). Recuperado de https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4108

Rosa, M. I. P. & Schnetzler, R. P. (2003). A investigação-ação na formação continuada de professores de Ciências. *Ciência & Educação, (9)*01, 27-39. Recuperado de https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Dks7MmfcDS3BXBCPGM9swgx/?format=pdf&lang=pt

Slongo, I. I. P., & Delizoicov, D. (2016). Um panorama da produção acadêmica em ensino de biologia desenvolvida em programas nacionais de pós-graduação. *Investigações em ensino de Ciências, 11*(3), 321–341. Recuperado de https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/486

Scheid, N. M. J. (2006). *A contribuição da história da biologia na formação inicial de professores de Ciências Biológicas***.** (Tese de Doutorado). Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

Schnetzler, R. P. (2000). O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. *In*: Pacheco, R. P.; Aragão, R.M.R. (Org.) *Ensino de Ciências*: fundamentos e abordagens. CAPES/UNIMEP.

Vieira, G. B. (2010). *Alfabetizar Letrando: investigação-ação fundada nas necessidades de formação docente*. (Tese de Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.20828

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DE UMA ESCOLA DA REDE MUNICIPAL DE CURITIBA

LA EDUCACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN EL PROYECTO POLÍTICO PEDAGÓGICO DE UNA ESCUELA DE LA RED MUNICIPIO DE CURITIBA

EDUCATION IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY IN THE PEDAGOGICAL POLITICAL PROJECT OF A SCHOOL IN THE MUNICIPAL NETWORK OF CURITIBA

Camila Renata Texeira de Souza da Silva*, **Leonir Lorenzetti****
Tamara Simone van Kaick ***

Teixeira, C. R., Lorenzetti, L., van Kaick, T. (2025). A educação em ciência, tecnologia e sociedade no projeto político pedagógico de uma escola da rede municipal de curitiba. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20(1), 31-47. https://doi.org/10.14483/23464712.20828

Resumo

Este estudo visa analisar e identificar as aproximações dos propósitos e parâmetros da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com o documento Projeto Político Pedagógico (PPP) de uma escola municipal de Curitiba. O objetivo desta análise foi verificar se os parâmetros e propósitos CTS presentes no documento e como as relações e aproximações com a Educação CTS integram a identidade desta unidade escolar. Utilizou-se do método de análise de conteúdo entre os tópicos do PPP, verificando o alinhamento com os propósitos e parâmetros da educação CTS, a metodologia consistiu em categorização, descrição e interpretação dos capítulos do documento escolar. A verificação dos alinhamentos se deu por meio de uma análise subjetiva que puderam ser expressos qualitativamente e em alguns momentos traduzidos de forma quantitativa. Os resultados da análise demonstraram alinhamentos e aproximações principalmente nos tópicos Filosofia e Princípios Didático-Pedagógicos da instituição e Bases Norteadoras para a Organização e Desenvolvimento do Trabalho Educativo, que representam as orientações dos princípios e diretrizes da escola. No entanto, nos Tópicos: T1. Caracterização da Instituição /Comunidade Escolar; T2. Etapas e modalidades ofertadas e T3. Regime Escolar, apresentam aspectos mais estruturais da identidade da escola, como a Constituição da Instituição, Etapas e modalidades ofertadas e Regime escolar, mostraram poucas aproximações.

Recibido: mayo de 2023, aceptado: septiembre de 2024

* Mestra em ensino de Ciências e Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, camilarsoouza88@gmail.com, ORCID. https://orcid.org/0000-0002-9053-0384

** Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal do Paraná. Brasil. Leonirlorenzetti22@gmail.com - ORCID https://orcid.org/0000-0002-0208-2965

*** Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. tamara.van.kaick@gmail.com – ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2959-5223

Palavras-Chave: Propósitos CTS; Parâmetros CTS; Gestão escolar; Ensino de Ciência.

Abstract

This study aims to analyze and identify the approximations of the purposes and parameters of Education Science, Technology and Society (STS) with the document Political Pedagogical Project (PPP) of a municipal school in Curitiba. The objective of this analysis was to verify whether the CTS parameters and purposes present in the document and how the relationships and approaches with STS Education are part of the identity of this school unit. The content analysis method was used among the topics of the PPP, verifying the alignment with the purposes and parameters of STS education, the methodology consisted of categorization, description and interpretation of the chapters of the school document. Verification of alignments took place through a subjective analysis that could be expressed qualitatively and sometimes translated quantitatively. The results of the analysis showed alignments and approximations mainly in the topics Philosophy and Didactic-Pedagogical Principles of the institution and Guiding Bases for the Organization and Development of the Educational Work, which represent the guidelines of the principles and guidelines of the school. However, in Topics: T1. Characterization of the Institution/School Community; T2. Stages and modalities offered and T3. School Regime, present more structural aspects of the school's identity, such as the Constitution of the Institution, Steps and modalities offered and School Regime, showed few approximations.

Keywords: CTS purposes; CTS Parameters; School management; Science Teaching.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo analizar e identificar las aproximaciones de los propósitos y parámetros de la Educación Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con el documento Proyecto Político Pedagógico (PPP) de una escuela municipal de Curitiba. El objetivo de este análisis fue verificar si los parámetros y propósitos CTS presentes en el documento y cómo las relaciones y enfoques con la Educación CTS son parte de la identidad de esta unidad escolar. Se utilizó el método de análisis de contenido entre los temas del PPP, verificando la alineación con los propósitos y parámetros de la educación CTS, la metodología consistió en la categorización, descripción e interpretación de los capítulos del documento escolar. La verificación de las alineaciones se llevó a cabo a través de un análisis subjetivo que podía expresarse cualitativamente y, a veces, traducirse cuantitativamente. Los resultados del análisis mostraron alineamientos y aproximaciones principalmente en los temas Filosofía y Principios Didáctico-Pedagógicos de la institución y Bases Rectores para la Organización y Desarrollo del Trabajo Educativo, que representan los lineamientos de los principios y directrices de la escuela. Sin embargo, en Temas: T1. Caracterización de la Institución/Comunidad Escolar; T2. Etapas y modalidades ofertadas y T3. El Régimen Escolar, presenta aspectos más estructurales de la identidad escolar, como la Constitución de la Institución, los Trámites y modalidades ofrecidos y el Régimen Escolar, presentaron pocas aproximaciones.

Palabras Clave: Finalidades de la CTS; Parámetros CTS; Gestión escolar; Enseñanza de las Ciencias.

1. Introdução

O Projeto Político Pedagógico, documento que as escolas precisam construir para dar o direcionamento das suas atividades pedagógicas conectadas com a realidade regional, foi sancionado pela Lei Nacional da Educação Brasileira 9394/1996 - Lei de Diretrizes e Bases (LDB). A LDB indica que o Projeto Pedagógico é um documento que deve ser elaborado de forma coletiva, no qual se apresenta a identidade da escola, associadas às propostas e concepções de ensino (Brasil, 1996).

O presente artigo propõe uma análise do Projeto Político Pedagógico (PPP) de uma escola da rede municipal de Curitiba, procurando analisar as aproximações entre o documento com os parâmetros e princípios da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Com a intencionalidade de verificar o alinhamento entre PPP com a Educação CTS, foi inicialmente destacado o principal objetivo na educação básica, que segundo Santos (2007), tem como meta auxiliar no processo ensino-aprendizagem na construção de conhecimentos, habilidades e valores. Portanto, a Educação CTS conduzida pelo professor em suas aulas, deverá promover e estimular o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades para que os alunos possam ter um conjunto de instrumentos para auxiliar na tomada de decisões responsáveis, em relação às questões voltadas à ciência e tecnologia que geram diferentes valores na sociedade, o que se alinha perfeitamente com o objetivo da educação básica. Os valores introduzidos pela Educação CTS devem estar vinculados aos interesses coletivos e relacionados às necessidades humanas, para contribuir na formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sociedade (Santos &; Mortimer, 2000).

Sivico, Paiva e Lorenzetti (2024, p. 3) destacam que "discutir o que caracteriza a educação CTS é direcionar-se a diálogos que convergem para uma educação que prioriza a formação cidadã".

No momento que a escola faz a proposição e elabora o seu PPP, fica a pergunta se de fato estão sendo incorporadas tendências educacionais presentes nos distintos componentes curriculares, como a educação CTS, a alfabetização científica e tecnológica, a História e a Filosofia da Ciência, entre outros. Neste sentido, desenhamos uma metodologia com o objetivo de analisar o PPP de uma escola da rede municipal de Curitiba para verificar o seu alinhamento com a educação CTS. Os questionamentos que delinearam a pesquisa foram os seguintes: O documento que norteia a concepção de ensino da instituição, o PPP, apresenta aproximações ao conceito Educação CTS? Se sim, como seria possível identificá-lo no documento? Seria possível avaliar, pelo PPP, como a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade contribui na promoção da cidadania no processo de ensino-aprendizagem?

2. Marco de Referência

A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade tem sido considerada como tendência da Educação em Ciências no Brasil, sendo incorporada, principalmente, pelos componentes curriculares de Ciências, Química, Física e Biologia. Desta forma, é esperado que os planos de ensino destas disciplinas incorporem princípios da Educação CTS.

No entanto, consideramos que o PPP, com suas definições e compreensões de escola, sociedade, do processo de ensino-aprendizagem, podem indicar elementos fundamentais que balizam os planos de ensino dos componentes curriculares que compõem as Ciências Naturais.

Para uma melhor compreensão da temática realizamos uma revisão de literatura na plataforma Periódicos Capes Cafe, objetivando identificar os trabalhos publicados com o tema CTS, utilizando o

sistema de "Busca por assunto" e "Busca avançada", selecionando os campos "título" e "contém", adicionando a palavra-chave fixa CTS. Nos campos adicionais do sistema de busca foram associados o primeiro termo CTS com os seguintes termos variáveis: Brasil; ensino público; escola pública; gestão educacional; projeto político. Foi utilizado o filtro Idioma/português, para restringir a pesquisa, assim como trabalhos revisados por pares. O resultado do levantamento realizado pode ser visualizado na Tabela 1, e demonstra que neste período de busca, não foi encontrada uma relação entre o enfoque CTS com o PPP. Evidencia-se que os resultados apresentados correspondem apenas em uma plataforma pré-definida, portanto o resultado pode ser entendido como uma amostra que representa parcialmente as publicações a respeito da temática.

Tabela 1. levantamento de artigos relacionados ao termo CTS realizado na plataforma Periódicos Capes CAFe.

Termo Fixo (Palavra-chave)	**Termo Variável**	**Quantidade de artigo encontrado**
CTS	Brasil	8
CTS	Ensino Público	0
CTS	Escola Pública	1
CTS	Escola	2
CTS	Currículo	4
CTS	Projeto Político Pedagógico	0

Fonte: Autores.

Ao compreender que o campo CTS é uma temática com amplas publicações, percebe-se que, por meio da revisão realizada na plataforma escolhida, aplicando termos específicos, conforme indicados na Tabela 1, resultou em um número reduzido de produções científicas que relacionam o termo CTS com o PPP.

Dos 15 artigos encontrados que tiveram como assunto o termo CTS, foi possível identificar a citação de diversos autores reconhecidos que estudam a temática, como, por exemplo: Aikenhead (1994, 2005), Auler e Bazzo (2001), Auler (2002, 2003, 2005, 2009, 2011), Auler e Delizoicov (2001, 2006), Arroyo (1991), Delizoicov (2007), Delizoicov e Angotti (2007), Santos e Mortimer (2001, 2002) e Strieder (2012).

O resultado desta busca também demonstrou um número maior de artigos relacionando a Educação CTS com o ensino no Brasil, e em segundo lugar foi reconhecida a relação da Educação CTS com a aplicação no currículo. Na intenção de trazer um panorama da Educação CTS, decidiu-se denominar, nesta pesquisa, o termo "Macro" para indicar o sentido de uma visão CTS voltado ao ensino nacional, e o termo "Micro" utilizado para expressar o sentido de unidade escolar.

A partir da revisão realizada e apresentada na Tabela 1, verificou-se a ausência de pesquisas com a análise do enfoque CTS relacionadas ao PPP ou ao mesmo documentado na proposta de ensino de uma unidade escolar. Nessa mesma perspectiva de investigação, os autores Lopes e Garcia (2019) realizaram uma busca sobre a temática CTS nos PPPs de dez unidades escolares municipais, em Alegrete/RS e não encontram registros e relações nos documentos.

A importância deste documento, o PPP, se dá pelo fato deste, ser um documento orientador para auxiliar o professor no desenvolvimento da sua proposta no processo educacional. Para estabelecer o nexo entre a CTS e o PPP, apresentaremos neste artigo a perspectiva e contexto da Educação CTS na educação

básica, para delinear o raciocínio do processo da análise do documento, perpassando a visão "macro" até culminar no documento institucional, que seria a visão "Micro".

Bocheco (2011) apresenta alguns parâmetros para a compreensão de como se dá a Educação CTS, assim como a identificação de parâmetros que podem auxiliar na orientação das propostas pedagógicas e na confecção de materiais didáticos que permitam a integração dos saberes do campo científico, tecnológico e suas influências na sociedade. Para realizar a discussão do ensino de Ciência nesta perspectiva CTS, o autor supracitado, busca nos referenciais nacionais brasileiros elementos que venham a convergir com o enfoque CTS, e aponta haver nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) uma "[...] recomendação explícita de elementos convergentes ao enfoque CTS, ensejando um ensino de Ciências e suas tecnologias que desenvolva competências e habilidades úteis ao exercício e intervenção de julgamentos práticos no contexto social" (Bocheco, 2011 p. 34).

Ainda, conforme os estudos de Bocheco (2011), às atitudes dos alunos diante do ensino com enfoque CTS diferem muito de um ensino tradicional. Sendo assim, o estudante identifica a Ciência como uma possibilidade para lidar com seus problemas, o professor atua como um facilitador de aprendizagens, e o estudante ao compreender os problemas se sente mais envolvido com a busca de soluções para as questões sociais e ambientais. Neste cenário, o estudante, transformando-se em protagonista na busca de informações para enriquecer seus conhecimentos, ou seja, desta forma o estudante consegue vislumbrar caminhos para o exercício de sua cidadania, tornando-se ativo e responsável perante e na sociedade (Bocheco, 2011).

Neste mesmo viés, Roso e Auler (2016), discutem sobre a participação da Educação CTS na construção do currículo e nas práticas educativas, e destacam serem necessárias três dimensões para a caracterização de aproximações CTS no currículo de ensino: "a busca de currículos temáticos, a interdisciplinaridade e a construção de uma cultura de participação em processos decisórios" (Roso & Auler 2016, p. 3). Para os autores, esta participação em processos decisórios permeia a avaliação dos impactos positivos e negativos da Ciência e da tecnologia, na sociedade, bem como a discussão de suas implicações para o seu meio de vivência.

Para Ewerling e Strieder (2018, p. 15), "a ciência é parte essencial de um problema complexo articulado à esfera social, portanto, o conhecimento científico é visto como não isento de influências sociais logo, não neutro". Assim, o sujeito possui conhecimentos produzidos em seu contexto social, como a visão de mundo, que está mergulhada na cultura e fenômenos vivenciados. Reformulando, portanto, a ideia de que a ciência é neutra, sem influências na produção do conhecimento, evidenciando a necessidade de desenvolver a autonomia e criticidade do indivíduo.

Para melhor compreender as dimensões e pilares que fundamentam a educação CTS, Domiciano e Lorenzetti (2020) organizam duas categorias e subcategorias a partir de análises de teorias que permeiam a temática. Segundo os autores, a primeira categoria foi denominada como Educação CTS Crítica, relacionada à compreensão das interações entre os campos científicos, tecnológicos e sociais de forma crítica interdisciplinar e contextualizada. A segunda categoria, denominada como Enfoque CTS reduzido, envolve debates em torno dos conhecimentos científicos e tecnológicos, com pouco diálogo com os demais âmbitos da realidade e concepções ingênuas de Ciência e Tecnologia. As categorias elencadas pelos autores ampliam nossos olhares diante do documento da unidade escolar e facilitam a percepção de um ensino que permeia as Inter-relações de Ciências, Tecnologias e Sociedade.

Ao discutir a educação CTS no ensino brasileiro, Strieder e Kawamura (2017), desenvolveram um instrumento, denominado de matriz de referência, para sistematizar as abordagens presentes em propostas de ensino CTS inseridas no contexto educacional. As autoras identificaram a possibilidade de dividir em duas dimensões da Educação CTS, as quais denominaram de Parâmetros da Educação CTS e Propósitos

da Educação CTS. Para cada dimensão, destacaram elementos encontrados nos estudos representativos de discurso CTS como, por exemplo: "[...] (i) racionalidade científica, (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social" (Strieder & Kawamura, 2017 p. 33).

Segundo as autoras supracitadas, o primeiro parâmetro é a "racionalidade científica", que atende aos princípios lógicos e empíricos, mas podem discorrer sobre uma Ciência que esteja vinculada aos valores pessoais/sociais, com olhares centrados na sociedade e sua influência na cultura. O segundo parâmetro é o "desenvolvimento tecnológico", que foi encontrado em trabalhos CTS que fazem críticas sobre as tecnologias, para as quais são avaliados os possíveis malefícios, assim como os benefícios alcançados para o contexto social. Outros significados também são atribuídos ao termo tecnologia, não somente como artefato, instrumento ou técnica, mas como se relaciona com as Ciências e seus impactos nas relações socioambientais. A "participação social", que é o terceiro parâmetro, está presente em trabalhos que apresentam críticas a uma Ciência ingênua, que aceita tudo sem questionamentos. Este parâmetro identifica a construção de uma Ciência constituída de valores sociais que ajuda a desenvolver um cidadão ativo, responsável e comprometido com suas ações.

Estes parâmetros de análise, desenvolvidos por Strieder e Kawamura (2017), podem caracterizar as discussões de CTS e as articulações dos elementos com a educação científica. Esta articulação permite a percepção do professor que prioriza o enfoque CTS, contextualizar o conhecimento científico e suas aproximações com a vida do estudante.

A outra dimensão de análise proposta por Strieder e Kawamura (2017), foi a dos propósitos da educação CTS, caracterizados em três grupos. O primeiro grupo está identificado como: (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno, sendo relacionado com a busca por um desenvolvimento de relações e percepções do conhecimento científico e o contexto escolar do aluno. O segundo grupo é identificado como: (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania, enfatizando propósito de desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, importantes para a formação do cidadão crítico, consciente e participativo, onde se volta para as compreensões das questões sociais e exercício da cidadania. O terceiro propósito educacional está identificado como: (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, que visa identificar o desenvolvimento de competências para a sociedade poder estar apta a lidar com diferentes problemas, sejam estes de ordem política, sociais, éticos, culturais e/ou ambientais, sem deixar de realizar o olhar crítico de sua realidade.

A intenção de elaborar a matriz com parâmetros e propósitos da Educação CTS foi de encontrar diferentes perspectivas/abordagens que se aproximam e que articulam esse reconhecimento, "[...] permite uma compreensão maior e mais clara sobre os sentidos e perspectivas das abordagens CTS no contexto brasileiro da educação científica" (Strieder & Kawamura, 2017 p. 50).

Ao voltar os olhares à construção do PPP, objeto e foco da análise neste artigo, quando construído coletivamente, deveria expressar a identidade da comunidade na qual a escola está inserida, ou seja, espera-se que os envolvidos no processo tenham contribuído com seus conhecimentos, assumindo as suas responsabilidades. Neste sentido, o exercício da cidadania pode ser conectado à conquista de uma participação e no interesse em atuar nas questões sociais, com responsabilidade, crítica e flexibilidade de raciocínio, o que também é chamado pelo autor de cultura de participação (Santos & Schnetzler, 2003).

3. Metodologia de investigação

O trabalho compreende uma pesquisa de natureza qualitativa, com delineamento de pesquisa documental. Para a constituição dos dados foram analisados os tópicos e subitens que constituem o Projeto

Político Pedagógico (PPP) de uma escola Municipal de Curitiba, no Estado do Paraná/Brasil. Esse documento institucional fica à disposição da comunidade escolar para consultas.

Por se tratar de uma pesquisa documental não houve a necessidade de protocolar a presente investigação ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), uma vez que não envolve a participação direta dos seres humanos. Desta forma, segue as convergências com a Resolução n.º 510, de 07 de abril de 2016, que dispensa a obrigatoriedade de submissão ao sistema CEP/CONEP em pesquisas que utilizam informações de domínio público ou acesso público, conforme estabelecido no Art. 1.º, inciso II.

Para não haver exposição indesejada e assegurar a proteção e anonimato da instituição, o nome da escola será suprimido na apresentação deste artigo, visto que o objetivo da investigação concentra-se na análise temática do PPP e seu alinhamento com os parâmetros e princípios CTS.

O objetivo da análise foi de identificar os parâmetros e propósitos da Educação CTS, assim como verificar como se alinham no contexto de apresentação e orientação político-pedagógica da unidade escolar avaliada.

Para a realização da presente pesquisa, utilizou-se do método de análise de conteúdo de Bardin (2011), na qual foram consideradas as etapas: 1) Pré-analise, com a organização inicial dos dados e a leitura flutuante; 2) Exploração do material, que consiste na codificação dos dados e 3) tratamento dos resultados e interpretação, etapa final com a busca das inferências e significados.

O alinhamento do conteúdo do PPP com os indicadores quantitativos, por semelhança com a descrição dos parâmetros e propósitos CTS, pretendem auxiliar na análise e identificação da inserção dos mesmos nos textos do documento, que segundo Bardi (2011) seria a produção/recepção destas mensagens.

Após a leitura minuciosa do PPP, foi realizada a codificação dos dados, selecionando os trechos do texto com os parâmetros e propósitos da Educação CTS de Strieder e Kawamura (2017). A verificação se deu por meio da associação entre o conteúdo dos textos do PPP que se alinham com as definições dos parâmetros e propósitos, conforme indicadas no quadro 1, que se configura na matriz de análise.

Quadro 1. Matriz com as definições dos parâmetros e propósitos CTS.

Categorias de análise		Definições
Parâmetro CTS	racionalidade científica	Atende aos princípios lógicos e empíricos, mas podem discorrer sobre uma Ciência que esteja vinculada aos valores pessoais/sociais, com olhares centrados na sociedade e sua influência na cultura. O professor atua como um facilitador de aprendizagens para que o estudante se torne protagonista na busca de informações para enriquecer seus conhecimentos e auxiliar o estudante a identificar a Ciência como uma possibilidade para se envolver com a busca de soluções para as questões sociais e ambientais. Ter a possibilidade de avaliar os impactos positivos e negativos da Ciência, na sociedade, bem como a discussão de suas implicações para o seu meio de vivência.
	desenvolvimento tecnológico	Ter a possibilidade de fazer críticas sobre as tecnologias, para as quais são avaliados os possíveis malefícios, assim como os benefícios alcançados para o contexto social. Outros significados também são atribuídos ao termo tecnologia, não somente como artefato, instrumento ou técnica, mas como se relaciona com as Ciências e seus impactos nas relações socioambientais.

	participação social	Está presente na possibilidade de apresentar críticas a uma Ciência ingênua, que aceita tudo sem questionamentos. Este parâmetro identifica a construção de uma Ciência constituída de valores sociais que ajuda a desenvolver um cidadão ativo, responsável e comprometido com suas ações. O estudante consegue vislumbrar caminhos para o exercício de sua cidadania, com a participação em processos decisórios tornando-se ativo e responsável perante e na sociedade. Recomendação explícita de elementos convergentes ao enfoque CTS, ensejando um ensino de Ciências e suas tecnologias que desenvolva competências e habilidades úteis ao exercício e intervenção de julgamentos práticos no contexto social.
Categorias de análise		Definições
Propósitos CTS	Percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno	sendo relacionado com a busca por um desenvolvimento de relações e percepções do conhecimento científico e o contexto escolar do aluno.
	Questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania	enfatizando propósito de desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, importantes para a formação do cidadão crítico, consciente e participativo, onde se volta para as compreensões das questões sociais e exercício da cidadania
	Compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.	visa identificar o desenvolvimento de competências para a sociedade poder estar apta a lidar com diferentes problemas, sejam estes de ordem política, sociais, éticos, culturais e/ou ambientais, sem deixar de realizar o olhar crítico de sua realidade.

Fonte: Autores adaptado de Strieder e Kawamura (2017).

As etapas de análise seguiram a sequência dos tópicos apresentados no PPP, possibilitando a identificação dos alinhamentos entre o texto de cada tópico e subitem do PPP para tentar encontrar diferentes perspectivas/abordagens que se aproximam e que articulam esse reconhecimento. A identificação da ausência de alinhamento destes também será verificada e discutida.

A Escola Municipal, do PPP analisado, está permeada por uma comunidade de baixa renda, fruto de uma invasão de terras, (atualmente legalizada). A instituição em questão foi fundada em 11 de agosto de 1980, oferece atendimento em período integral na Educação Infantil, Ensino Fundamental e Classe Especial. A estrutura física da escola é composta de dois pavilhões, um prédio anexo com três andares, um refeitório, além de uma quadra coberta e amplo espaço de área livre. Neste ano de 2021, atende cerca de 700 alunos distribuídos em 20 turmas aproximadamente. O horário de funcionamento é das 8:00h e de saída às 17h. O quadro é de 91 funcionários (as) sendo: 71 professores (as), cinco apoios escolares e um apoio administrativo, em dois turnos de trabalho (manhã e tarde) e 14 profissionais do serviço terceirizado de alimentação e limpeza.

O PPP foi elaborado de maneira coletiva no ano de 2016, cada segmento da comunidade escolar participou das pesquisas e contribuiu com as discussões para a construção do documento norteador, caracterizando-o com a identidade da instituição e sua concepção de ensino. Após a compilação dos dados e a estruturação do texto, foi elaborado o texto final do PPP pelas pedagogas, que atuavam na escola em 2016, o ano de elaboração do texto final. Este documento institucional encontra-se em posse da secretaria escolar e direção, para o acesso ao documento é necessário a solicitação à chefia imediata que pede uma justificativa para a consulta.

O PPP possui 5 capítulos, chamados nesta pesquisa de tópicos (T), e cada tópico possui os seus respectivos subitens, conforme apresentado no Quadro (2).

Quadro 2. Tópicos (T) e subitens baseado no PPP da escola.

Tópicos (T)	Subitens
T1. Caracterização da Instituição /Comunidade Escolar.	Organização do Espaço Físico
	Caracterização dos profissionais
	Plano de Formação Continuada
T2. Etapas e modalidades ofertadas	Educação infantil
	Educação Fundamental I
	Educação Especial
T3. Regime Escolar	Dias letivos e carga horária anual
	Calendário escolar
	Matriz Curricular
	Turmas e Horários
T4. Filosofia e princípios didático-Pedagógicos da instituição	Concepções de sociedade
	Concepções de ser humano
	Concepções de educação
	Princípios e Fins - Da Instituição
	Princípios e Fins - Da Gestão Escolar
	Princípios e Fins - Órgãos Colegiados
	Instituição Auxiliar (APPF)
	Objetivos de cada etapa/modalidade ofertada e forma de organização
T5. Bases norteadoras para a organização e desenvolvimento do trabalho educativo	Projetos E Programas
	Avaliações Da Aprendizagem
	Processos de Regularização da Vida Escolar
	Conselho de Classe
	Avaliação Institucional

Fonte: Autores

O percurso metodológico do estudo esteve centrado em identificar aproximações entre a fundamentação teórica da Educação CTS apresentada por Strieder e Kawamura (2017), sintetizados no quadro 1, e os elementos presentes no Projeto Político Pedagógico da instituição analisada, sintetizados no quadro 2. O processo de análise foi guiado por uma leitura cuidadosa dos parágrafos, tópicos e capítulos do documento institucional, a fim de detectar as convergências, que nesse artigo será denominado de alinhamento.

Essa análise foi realizada por uma perspectiva interpretativa, embasada nos referenciais selecionados, estabelecendo conexões subjetivas e contextuais entre os parâmetros e propósitos educacionais definidos por Strieder e Kawamura (2017). Tais conexões dispõem de uma análise profunda e resultam da leitura crítica, permitindo compreender como essas concepções teóricas podem ser incorporadas e refletidas nas políticas educacionais da unidade escolar.

Essa abordagem visa além das comparações, se apresenta como uma análise aprofundada que explora as potencialidades e integração entre teoria e prática no contexto escolar.

4. Resultados

Por meio da metodologia utilizada foi possível avaliar as convergências entre os parâmetros e propósitos CTS desenvolvidos por Strieder e Kawamura (2017) (Quadro 1) e os 5 tópicos (T) do PPP (Quadro 2) e seus subitens. Os mesmos foram analisados e associados com os propósitos e parâmetros do ensino CTS.

Especificamente no subitem "Organização do Espaço Físico" do Tópico 1 (T1), Caracterização da Instituição /Comunidade Escolar, o PPP da Escola ressalta a importância da reflexão sobre alimentação saudável, hábitos de higiene e de cortesia, desenvolvendo a autonomia, no que diz respeito aos cuidados com a própria saúde, o que pode ser relacionado com os conhecimentos científicos alinhados a cultura, assim como as consequências positivas para o indivíduo, como explícito no trecho em destaque:

> [...] estamos envidando esforços para que nossos (as) alunos (as) tenham conhecimento antecipado do cardápio, oportunizando também a reflexão sobre alimentação saudável, hábitos de higiene e de cortesia. Após o almoço, procura-se incentivar os (as) alunos (as) para que façam a higiene bucal, desenvolvendo a autonomia no que diz respeito aos cuidados com a própria saúde (PPP, 2016, p.9).

Destaca-se, portanto, a aproximação dos conhecimentos científicos, quando trabalhado o tema da alimentação saudável e hábitos de higiene no ensino de ciências, matemática, história e geografia alinhados com o contexto dos conteúdos das áreas de conhecimento com a realidade regional, na qual o estudante está inserido. Desta forma o PPP no T1 estaria alinhado com o parâmetro da racionalidade científica, principalmente quando se elencam dados científicos e históricos com as temáticas inseridas nas áreas do conhecimento, para dialogar com os temas.

Ainda neste mesmo T1 encontra-se o subitem "Organização do Espaço Físico", no qual se constitui no relato da constituição de espaços munidos de aparatos tecnológicos como Laboratório de Informática contendo computadores comuns e notebooks, para o uso dos estudantes; Biblioteca para leitura e pesquisas; Salas de aula para o desenvolvimento das atividades das Práticas de Ciências e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs): Fotografia, Lego e Cineclube; Equipamento de multimídia e data show. Para a escola, estas ferramentas possibilitam o uso de novas e diferentes tecnologias no processo de aprendizagem, tornando-a diversificada, atendendo parcialmente o parâmetro desenvolvimento tecnológico do CTS, no quesito fornecimento da estrutura do aparato tecnológico disponibilizado para atender às pesquisas realizadas e práticas pedagógicas, como demonstra o trecho:

> [...] possibilitando assim, o uso de novas e diferentes tecnologias, para que a aprendizagem dos alunos não fique restrita a sala de aula comum, e o professor apenas ao quadro negro e papel (PPP, 2016, p.10).

Porém, a indicação do fornecimento da estrutura do aparato tecnológico não indica que o T1 está relacionado com o processo ensino-aprendizagem que possibilite fazer críticas sobre as tecnologias e os seus possíveis malefícios, assim como os benefícios alcançados para o contexto social.

No subitem "Caracterização dos profissionais da instituição" do T1, percebe-se no contexto descritivo que mais da metade dos profissionais, que atuavam na escola no período de escrita do PPP, possuíam algum Curso de pós-graduação Lato Sensu, o que nos remete a uma busca de capacitação e anseio pelo conhecimento científico, por parte dos professores, para enriquecer sua prática pedagógica. O PPP destaca que "quanto à formação e nível de escolaridade dos profissionais, dentre os cinquenta e sete professores (as), trinta e seis, são pós-graduados (as), uma profissional possui mestrado" (PPP, 2016, p. 11).

Os profissionais participam também das formações continuadas ofertadas pela mantenedora, na área específica de atuação como seminários, palestras e oficinas, tendo em vista o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem. Este subitem também indica a aderência ao parâmetro racionalidade científica necessária à Educação CTS, no sentido da busca, por parte dos profissionais da área de educação, de se atualizarem e buscarem uma formação contínua para aperfeiçoar a sua atuação em sala de aula.

No subitem "Caracterização dos profissionais" do T1, aparece a necessidade de fortalecer os vínculos familiares e os valores importantes para a vida em sociedade, para reforçar laços de solidariedade e tolerância.

Esta perspectiva inserida em todo o contexto deste T1 se aproxima com o propósito das percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno, esta aproximação da realidade social dos estudantes e familiares, podem colaborar com elementos que contribuem para a exemplificação do conhecimento escolar. Desta maneira, a aproximação é vista como um facilitador para a compreensão e construção dos conceitos trabalhados em sala de aula.

No Tópico 2 (T2), Etapas e modalidades ofertadas, observou-se a preocupação com as propostas pedagógicas. Nesse momento, encontra-se a orientação de articular vivências e saberes dos alunos com os conhecimentos historicamente acumulados, contribuindo para construir as identidades dos estudantes, tendo em vista a aquisição de conhecimentos, habilidades e a formação de atitudes e valores, como demonstra o trecho a seguir:

> [...] deve considerar o processo de formação humana, trazendo propostas de diversas vivências e experiências lúdicas às crianças, de modo que possam estabelecer relações e construir conhecimentos fundamentais à sua formação pessoal e social (PPP, 2016, p. 14).

Como apresenta valorização do contexto escolar aliado aos conhecimentos científicos, este contexto aproxima-se ao propósito das percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno. Ainda no Tópico 2, nos subitens relacionados a Educação infantil, Educação Fundamental I, Educação Especial, foi possível identificar o estímulo que se pretende no processo de ensino, ao desenvolvimento da capacidade de aprender e à compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade. Este contexto se aproxima com o terceiro propósito da CTS, compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, que é a compreensão do ambiente para realizar uma leitura crítica de sua realidade.

No subitem "calendário escolar" do Tópico 3, Regime Escolar, se prioriza a construção coletiva, participação da família na vida escolar do estudante, e eventos que propiciam a ampliação do repertório social e cultural da comunidade escolar, cuja aderência se dá com o parâmetro da participação social.

O Tópico 3 é apresentado de forma sucinta, discorrendo sobre calendário escolar, matriz curricular e horários de atendimento. Apresenta uma organização coletiva para a integração da comunidade escola, e reflexão para o avanço da qualidade do ensino bem como a participação da família na vida escolar do estudante e a ampliação de seu repertório social e cultural. O PPP destaca que estes momentos de encontro propiciam a melhor integração do colegiado e a reflexão para que se possa avançar no processo de oferecer uma Boa Escola para a comunidade na qual está inserida (PPP, 2016, p. 17).

Nesta perspectiva, encontramos alinhamentos com o terceiro propósito da CTS, compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos. Uma das evidências deste propósito da CTS são as tomadas de decisões deliberadas pelo colegiado, no qual problemas burocráticos são debatidos para a tomada de decisão a fim de direcionar uma proposta de solução para um determinado problema.

O Tópico 4 (T4), Filosofia e Princípios didático-Pedagógicos da instituição, apresenta uma defesa da ação baseada na democracia, equidade, no trabalho coletivo, na autonomia e interesse público, que privilegia o diálogo e a reflexão crítica. Percebemos nos subitens "Concepção da sociedade" e "Concepção do ser Humano", indicações de como a escola pode ser um espaço de multiplicidade de culturas, de valores, de pensamentos, de diferentes visões de mundo o que possibilita a construção do conhecimento:

> [...] A cidadania se solidifica quando os sujeitos possuem a liberdade para agir com capacidade crítica e autonomia. Que não somente conheçam e obedeçam às regras, mas que reflitam sobre as mesmas, interferindo nelas quando ferem seus ideais (PPP, 2016, p. 21).

Podemos considerar, esta visão, como a leitura crítica da realidade da sociedade e seu entorno, resultando em uma capacidade de relacionar os assuntos de diferentes naturezas, o que alinha este T4 ao propósito da CTS compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos. Em "concepções de sociedade", contempla-se claramente a convergência quando encontramos a afirmação: "desejamos uma sociedade cada vez mais humana, disponibilizando os recursos naturais e tecnológicos para todos os cidadãos [...] (PPP, 2016, p. 22).

No subitem "concepções da educação" do T4, foi possível identificar a valorização de uma perspectiva escolar do conhecimento historicamente adquirido, as vivências dos alunos, e as mais diversas culturas contribuindo para a formação integral do sujeito, reforçando que esta concepção de ensino só é possível através da dialogicidade (dimensões da ação e da reflexão), presentes na teoria Freiriana. Portanto, atrelando conhecimento científico a suas vivências, este subitem do T4 se aproxima fortemente ao propósito da CTS percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno, demonstrando um alinhamento nesse sentido.

Neste mesmo subitem se prioriza a política de ações que contribuem para o desenvolvimento de saberes e competências que promovam uma consciência crítica, o que nesse sentido, aproxima-se ao propósito educacional questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania, refletindo sobre o ambiente natural e social do sistema político, das artes da tecnologia e do conhecimento, preparando o estudante para utilizar a evolução tecnológica e científica a seu favor, de forma consciente e responsável. Ainda neste subitem e no T4 como um todo, identificamos forte aproximação com o parâmetro desenvolvimento tecnológico no meio social.

No subitem "Princípios e Fins" da Instituição; da Gestão Escolar; e dos Órgãos Colegiados, ficou evidenciada a função da escola de socializar os conhecimentos acumulados e produzidos pelo homem, tornando-se um grande instrumento de acesso ao saber sistematizado, caracterizando a ação do professor como mediador do conhecimento. Desta forma, permite-se que o aluno reelabore esse saber, até que possam transformá-los em aprendizado, alinhando desta forma este subitem ao parâmetro da racionalidade científica. Neste subitem também fica clara que a função do ensino na escola, que vai além da construção dos conhecimentos pedagógicos, mas que deverá preparar o aluno para a vida, podendo capacitá-lo a ser um cidadão crítico, atuante, participativo e consciente da sua realidade social. Nesse sentido, o PPP destaca:

> O que se entende e se quer da escola hoje, é a competência necessária para formar o cidadão crítico, capaz de contribuir para a formação da sociedade para que ela se torne mais justa e equânime (PPP, 2016, p. 27).

Esta defesa de uma gestão democrática, promovendo ações que desencadeiam a participação social, que perpassa a tomada de decisão com relação aos investimentos, aplicação dos recursos nas execuções e deliberações até a avaliação da instituição e suas políticas, verificamos no propósito questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania.

O subitem "Instituição Auxiliar" se refere a Associação de Pais Professores e Funcionários (APPF), que consiste em um conselho deliberativo e fiscal que participam das decisões importantes da escola, foram apresentadas as características que podem aproximá-lo ao propósito da percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno, que se preocupa com o conhecimento científico escolar e as questões do dia a dia dos alunos e da instituição. Os membros desse conselho, possuem em suas funções o dever de representar os reais interesses da comunidade escolar contribuindo para a melhoria do ensino, bem como promover o bom relacionamento e a integração família-escola-comunidade, por meio de

atividades socioeducativas. A participação em reuniões para a discussão e sugestão de ações que oportunizem a integração, visando sempre a política educacional para democratização do ensino e a conquista da gestão colegiada, condiz com o propósito dos compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Ao analisar o subitem "etapa/modalidade ofertada e forma de organização", foi possível verificar o compromisso com os valores éticos, de justiça e de solidariedade, da liberdade e da autonomia, com ações e políticas que contribuem contra o preconceito e a discriminação. Encontra-se a ênfase na cidadania, que se concretiza quando os sujeitos possuem a liberdade para agir com capacidade crítica e autonomia, possam contribuir ou até mesmo interferir nas regras e decisões principalmente quando ferem seus ideais.

> Para que a escola possa preparar o aluno (a) para o exercício da cidadania, deve ser democrática, equânime. Deve buscar diversas maneiras para atingir o potencial dos seus alunos (as), não se valendo apenas de uma linguagem, mas proporcionando várias experiências significativas e desafiadoras (PPP, 2016, p. 29).

Aqui, percebemos a evidente aproximação com os parâmetros CTS da racionalidade científica e participação social, que asseguram decisões sociais condizentes com a realidade e valorização social, e a reflexão e transformação do que o cercam.

No subitem "projetos e programas" do Tópico 5, bases norteadoras para a organização e desenvolvimento do trabalho educativo, consta que os mesmos auxiliam no desenvolvimento do exercício da cidadania, destacando como exemplos o Projeto Jornal Eletrônico Escolar "Jornal Extra- Extra", Fanfarra, Ler e Pensar Teatro, Dança, Xadrez, Horta e Jornal Impresso, o que fica aderido ao parâmetro desenvolvimento tecnológico. Também foi possível identificarmos a aproximação com o propósito dos questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania.

Os parâmetros CTS da racionalidade científica e participação social, apresentam uma expectativa do envolvimento social com participações e reconhecimento dos temas de ciência e tecnologia, imprescindível para a formação de cidadãos, contribuindo para a construção do conhecimento científico escolar, e estão inseridos neste tópico. Ainda no T5 apresenta o princípio do reconhecimento dos direitos e deveres de cidadania, o respeito ao bem comum e à preservação do regime democrático bem como dos recursos ambientais asseguram a igualdade de direitos propiciando o desenvolvimento do estudante para a formação social, quando se trata de exercitar de cidadania, aproximando-se do propósito questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania.

Para sintetizar os resultados obtidos pela análise de conteúdo, foi elaborada a tabela 2 abaixo, cruzando as informações que apareceram na análise, evidenciando os parâmetros e propósitos identificados em cada tópico (T) do PPP.

Tabela 2. Aproximações identificadas com os Parâmetros e propósitos CTS - Fundamentados em: Strieder; Kawamura (2017).

APROXIMAÇÕES IDENTIFICADAS						
Tópicos (T) do PPP		T1	T2	T3	T4	T 5
PARÂMETROS	Racionalidade científica	X	-	-	X	X
	Desenvolvimento tecnológico	X	-	-	X	X
	Participação social	-	-	X	X	X
Total		2	0	1	3	3
PROPÓSITOS	Percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno	X	X		X	-
	Questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania.	-	-	-	X	X

	Compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.	-	X	X	X	-
Total		1	2	1	3	1

Legenda: o "X" representa que foi encontrado alinhamento com as definições dos parâmetros e propósitos CTS com o tópico/subitens do PPP.

Legenda: T1. Caracterização da Instituição /Comunidade Escolar; T2. Etapas e modalidades ofertadas; T3. Regime Escolar; T4. Filosofia e Princípios didático-Pedagógicos da instituição; T5. Bases Norteadoras Para A Organização E Desenvolvimento Do Trabalho Educativo.

Fonte: Autores

As análises realizadas nos tópicos do PPP, alinhando-os com os parâmetros e propósitos do ensino CTS (Quadro 1), demonstraram que a estrutura do PPP (Quadro 2) permitiu a realização da análise, conforme a proposição metodológica, cujo resultado dos alinhamentos pode ser evidenciado na Tabela 2.

Os resultados da análise demonstraram que o Tópico 4 do PPP, cujo título é "Filosofia e princípios didático-pedagógicos da instituição" e possuía 8 subitens complementares, apresentou todos os parâmetros e propósitos conforme indicados por Strieder e Kawamura (2017). Neste sentido, fica claro o comprometimento da escola, quando apresenta a Filosofia e Princípios didático-Pedagógicos da instituição em seu PPP, em atender os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que recomenda a inclusão de elementos convergentes ao enfoque CTS (Brasil, 1997), considerando que o PPP foi elaborado quando ainda estavam em vigência os PCN.

Ainda para tal contribuição, trazemos neste momento, a visão de Bocheco (2011), em que o ensino de Ciências e suas tecnologias podem e devem desenvolver competências e habilidades úteis ao exercício e intervenção de julgamentos práticos no contexto social, são considerados elementos chave da CTS.

O Tópico 5, intitulado "Bases norteadoras para a organização e desenvolvimento do trabalho educativo" e que possuía 5 subitens, atendeu todos os parâmetros CTS e apenas um propósito "Questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania" da educação CTS. Neste caso, ficou claro que ainda faltam elementos que possibilitem a inserção dos propósitos "Percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno" e "Compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos" no documento norteador, que neste T5 seriam importantes no comprometimento da escola com a parte organizacional e prática de como inserir os mesmos no cotidiano escolar.

No T1, "Caracterização da Instituição/Comunidade escolar", apresentou no seu contexto, elementos dos parâmetros racionalização científica, e desenvolvimento tecnológico, mas a participação social não foi detectada, assim como nenhum dos propósitos. Pensando na constituição dos valores introduzidos pelo ensino CTS, conforme preconizados por Santos e Mortimer (2000), os mesmos devem estar vinculados aos interesses coletivos para contribuir na formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sociedade.

Neste sentido, a falta do parâmetro da Participação Social na caracterização da instituição no T1, deve estar associada ao formato já pré-estruturado da apresentação deste tópico. Este tópico tem, historicamente, uma apresentação da condição física e de localização, sem se ater às questões do envolvimento da escola com a comunidade, deixando de caracterizar o elemento da escola como um espaço integrador social (escola e famílias). Mas sim descrevendo-a apenas como espaço educador observando apenas o propósito de acolhimento dos estudantes. Desta forma, consideramos pela análise realizada, que provavelmente este T1 não conseguiu descrever como a escola é importante como espaço integrador escola-sociedade. Segundo Pisa (2005), a participação e a interação da comunidade, na concepção e formação dos espaços físicos, trazem diversos benefícios, estes podem ser desde o levantamento de melhores decisões, como também as soluções mais apropriadas. Neste sentido, favorece

um sentimento de pertença e assim reduz as chances de vandalismo e depredação do espaço como um todo, uma vez que "a comunidade deve estar envolvida ativamente para gerar ideias e questões, mais do que ser só consultada sobre um projeto ou uma agenda pré-concebida" (PISA, 2005, p. 120).

No T2 intitulado "Etapas e modalidades ofertadas" e no T3 "Regime Escolar" foram os tópicos que apresentaram a menor aderência aos parâmetros e propósitos da CTS. Esta lacuna, que ficou evidenciada pela análise realizada, pode ser explicada pelo fato destes tópicos parecerem ser estanques e engessados, no sentido de apresentarem apenas uma situação pré-estabelecida, sem tentar adaptar às reais necessidades da realidade regional o contexto escolar. O que evidencia que muitas vezes são consideradas estruturas já existentes. Conforme comentado por Andrade (2019), este fato pode ser explicado porque desconstruir uma lógica hegemônica, revela-se extremamente complexa, principalmente para as instituições de ensino. As instituições de ensino estão sendo sempre desafiadas a refletir e questionar diversas questões sobre a sua inserção e sua contribuição na sociedade, porém, também são constantemente cobradas ao atendimento às determinações da estrutura atual, o que pode gerar conflitos em determinadas situações. Esta questão ficou evidenciada pela análise dos T1, T2 e T3 do PPP, no qual o desenho dos tópicos atende a estrutura atual e os T4 e T5 permitem uma contribuição de novas tendências no ensino.

O PPP da instituição pesquisada, foi elaborado no ano de 2016, na avaliação desenvolvida percebemos a convergência com a Educação CTS. Analisando as competências gerais da Educação Básica da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pode-se também ponderar que o PPP avaliado poderia ter um alinhamento com a atual (BNCC), publicada em 2018. Observando as 10 competências gerais da BNCC, foi possível identificar o alinhamento com a CTS quando a mesma reforça a importância do papel da Ciência na formação dos educandos, o que está evidenciado na competência 2 - Pensamento científico, crítico e criativo, (Brasil, 2018). Dentre as competências gerais indicadas na BNCC, a tecnologia se apresenta com o termo digital, conforme indicado na competência 1 - Conhecimento e 4 - Comunicação, assim como tecnologias digitais da competência 5 - Cultura digital, em demais competências específicas também aparece o termo cultura digital (Brasil, 2018). No contexto Sociedade, segundo Richetti (2018), na BNCC encontram-se orientações para que as redes de ensino abordam nas suas práticas pedagógicas temas contemporâneos vinculados à realidade do estudante, nas quais estejam envolvidas a cultura local, regional e global, dando o alinhamento na formação do aluno com a sociedade e sua transformação, aparecendo fortemente destacado nas competências gerais: 3 - Repertório cultural, 6 - Trabalho e projeto de vida, 7 - Argumentação, 8 - Autoconhecimento e autocuidado, 9 - Empatia e cooperação e 10 - Responsabilidade e cidadania, (Brasil, 2017).

Desta forma percebe-se que o PPP consegue se alinhar com a Educação CTS e com as competências gerais da BNCC. Observou-se então que o PPP da escola analisada tem uma aproximação com a Educação CTS em sua proposta institucional e provavelmente também expressa o alinhamento com as competências gerais do ensino básico da BNCC.

5. Considerações finais

A análise realizada nesta pesquisa permitiu verificar as convergências e ausências dos parâmetros e propósitos da CTS com o PPP de uma escola municipal. O objetivo principal foi de identificar relações entre o PPP com os conceitos definidos por Strieder e Kawamura (2017), que estão associados ao ensino CTS. Os parâmetros da CTS propostos envolvem a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico e a participação social, e os propósitos educacionais denominados de (i) percepções entre o conhecimento

científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania; (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Assim, foi possível identificar o alinhamento de elementos da Educação CTS nos 5 tópicos do PPP em questão, remetendo à possibilidade de percebê-los como integrantes das diretrizes político-pedagógicas da escola avaliada, uma vez que, no documento estão expressas a identidade desta unidade escolar. As convergências da Educação CTS com o PPP se mostraram mais aderidas nos tópicos 4, Filosofia e princípios didático-pedagógicos da instituição, e tópico 5, Bases norteadoras para a organização e desenvolvimento do trabalho educativo. Porém, nos Tópicos 1, 2 e 3, que são tópicos mais estruturais como a Constituição da Instituição, Etapas e modalidades ofertadas e Regime escolar, respectivamente, se mostraram pouco aderidos aos parâmetros e propósitos da CTS.

O PPP é um documento norteador do ensino, não apenas focado no ensino da disciplina de ciência, mas as aproximações do documento com a Educação CTS que podem contribuir para reflexões no ensino em geral, pois, os temas que são discutidos na sociedade, atualmente ocorrem de maneira intuitiva pelos profissionais da unidade escolar, justamente porque em suas formações, são desafiados a desenvolverem um pensamento crítico e reflexivo. Diante dessas considerações, surgem outros questionamentos: Os profissionais se utilizam deste documento norteador para apoiar seu plano de trabalho docente? Como estas aproximações aparecem nas práticas pedagógicas?

Espera-se que esta análise fomente profissionais da educação a aprofundar as pesquisas no tema, dentro de seu local de trabalho, que é de fato onde o processo de ensino deve ser almejado e tem forte potencial no desenvolvimento do cidadão do futuro.

6. Referências

Andrade, F. M. R. (2019). Algumas pautas para pensar a instituição de educação superior e a cooperação em redes educativas no prospecto da sustentabilidade. In: Faria Filho, J.; Ashley, P. A.; Correa, M. M. *Educação ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: contribuições para o ensino de graduação*. 1. ed. Cidade: Eduff, 2019. v. 1, p. 23-30.

Auler, D.; Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7 (1), 1-13.

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

Bocheco, O. (2011). *Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2020.

Brasil (2016). *Conselho Nacional de Saúde Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016*. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União, seção 1, 44-46. Disponível em: https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view

Brasil (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Secretaria de Educação: MEC.

Brasil (1996). *Lei nº 9.394/1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acessado em: 27 dez. 2019.

Curitiba Escola municipal (inf. Suprimida), (2016). Projeto Político Pedagógico (PPP) da Escola de ensino Básico Centro de Educação Integral (CEI) Não publicado.

Domiciano, T. D.; Lorenzetti, L. A (2020). Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade no curso de licenciatura em Ciências da UFPR litoral. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* , v. 22, 1-15.

Ewerling D. R., S.; Strieder, R. (2018). Dimensões da democratização da ciência-tecnologia no âmbito da educação CTS. *Revista Insignare Scientia* - RIS, 1(2).

Lopes, Z. Garcia; Rosane N. (2019). Abordagem dos temas alfabetização científica (AC) e ciência, tecnologia, sociedade (CTS). *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 5, n. 14..

Pisa, H. G. (2005). *Construir a educação: o edifício escolar ao nível do jardim de infância*. 2005. Dissertação de mestrado em Análise Social e Administração da Educação, Aveiro.

Richetti, G. Piccoli. (2018). O enfoque CTS no curso de Pedagogia: problematizando o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Espaço Pedagógico*, 25(2), 297-321.

Roso, C. C; Auler, D. (2016). A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação*, 22(2), 371-389.

Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(6), 474-550.

Santos, W. L. P. Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132.

Santos, W. L. P; Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Porto Alegre: UNIJUI.

Sivico, M. J. .; Paiva, C. de; Lorenzetti, L. (2024). A sistematização de práticas escolares articuladas à Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade. REAMEC - *Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, 1-28

Strieder, R. B. Kawamura, M. R. D. (2017). Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(1), 27-56.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21166

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

PANORAMA DE PESQUISAS SOBRE ARGUMENTAÇÃO ARTICULADA A QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

OVERVIEW OF RESEARCH ON ARGUMENTATION ARTICULATED WITH SOCIOSCIENTIFIC ISSUES IN SCIENCE EDUCATION

PANORAMA DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE ARGUMENTACIÓN ARTICULADA CON TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Thiara Vanessa da Silva Barbosa*, Verônica Tavares Santos Batinga**

Silva Barbosa, T. V.; Tavares Santos Batinga, V. (2025). Panorama de pesquisas sobre argumentação articulada a questões sociocientíficas no ensino de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20 (1), pp. 48-65 DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21166

Resumo

A argumentação é uma prática social que apresenta potencial para a construção do conhecimento científico de forma crítica, sendo ela uma das dimensões das práticas científicas no contexto escolar que pode ser desenvolvida pela abordagem de questões sociocientíficas (QSC). Este trabalho visa responder o problema de pesquisa "Qual o panorama das pesquisas que discutem sobre a argumentação e suas possíveis relações com a abordagem de QSC no ensino de ciências, no recorte de 2017 a 2021?", por meio da análise do mapeamento das pesquisas que versam sobre a argumentação e suas possíveis articulações com a abordagem de Questões Sociocientíficas na área de ensino de ciências. O estudo é de caráter qualitativo e quantitativo com relação à abordagem dos dados e do tipo bibliográfico. O procedimento metodológico envolveu uma revisão bibliográfica nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e em dez periódicos científicos da área de ensino de ciências. Os dados foram analisados considerando três categorias: (i) a distribuição das pesquisas; (ii) o contexto da pesquisa; e (iii) relação questões sociocientíficas-argumentação. Os resultados mostraram que dentre os trabalhos encontrados no ENPEC, 31 discutiam a temática argumentação, sendo 05 os que estabeleciam relações com questões sociocientíficas. Nos periódicos foram encontrados 49 artigos sobre argumentação, e em 06 destes havia uma articulação com QSC. No total das pesquisas, apenas 01 se situou no contexto do ensino fundamental. Este estudo permitiu compreender o panorama das investigações acerca da argumentação e questões sociocientíficas,

Recibido: 27 de mayo de 2024, aceptado: 22 de octubre de 2024

* Mestra em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil. thiara.vanessa@gmail.com - ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3302-2962

** Doutora em Educação. Coordenadora do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas. Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil. veronica.santos@ufrpe.br - ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9660-396X

evidenciando a potencialidade desta articulação para a construção do conhecimento de ciências pelos estudantes. Além disso, indica a possibilidade de ampliar as investigativas sobre argumentação e sua relação com a QSC, sobretudo na modalidade dos anos finais do ensino fundamental.

Palavras-Chave: Argumentação. Questões sóciocientíficas. Revisão bibliográfica. Ensino de ciências.

Abstract

Argumentation is a social practice that has potential for the construction of scientific knowledge in a critical way, and it is one of the dimensions of scientific practices in the school context that can be developed by approaching socio-scientific issues (SSI). This work aims to answer the research problem "What is the panorama of research that discusses argumentation and its possible relationships with the SSI approach in science teaching, from 2017 to 2021?", through the analysis of research mapping which deal with the argument and its possible articulations with the approach of Socio-scientific Issues in the area of science teaching. The study is qualitative and quantitative in terms of the data approach and the bibliographic type. The methodological procedure involved a bibliographical review in the annals of the National Research Meeting in Science Education (NRMSE) and in ten scientific journals in the area of science teaching. The data were analyzed considering three categories: (i) the distribution of surveys; (ii) the research context; and (iii) socio-scientific issues-argumentation relationship. The results showed that among the works found in NRMSE, 31 discussed the argumentation theme, 05 of which established relationships with Socio-scientific Issues. In the journals, 49 articles on argumentation were found, and in 06 of these there was an articulation with SSI. In the total of research, only 01 was in the context of elementary education. This study made it possible to understand the panorama of investigations about argumentation and socio-scientific issues, highlighting the potential of this articulation for the construction of science knowledge by students. In addition, it indicates the possibility of expanding investigations on argumentation and its relationship with the SSI, especially in the modality of the final years of elementary school.

Keywords: Argumentation. Socio-scientific issues. Literature review. Science teaching

Resumen

La argumentación es una práctica social que tiene potencialidades para la construcción del conocimiento científico de forma crítica, y es una de las dimensiones de las prácticas científicas en el contexto escolar que puede ser desarrollada a partir del abordaje de las cuestiones socio-científicas (CSC). Este trabajo pretende responder al problema de investigación "¿Cuál es el panorama de las investigaciones que discuten la argumentación y sus posibles relaciones con el enfoque CSC en la enseñanza de las ciencias, de 2017 a 2021?", a través del análisis de investigación que abordan la argumentación y sus posibles articulaciones con el abordaje de las Cuestiones Socio-Científicas en el área de

enseñanza de las ciencias. El estudio es cualitativo y cuantitativo en cuanto al enfoque de datos y el tipo bibliográfico. El procedimiento metodológico implicó una revisión bibliográfica en los anales de la Reunión Nacional de Investigación en Educación en Ciencias (RNIEC) y en diez revistas científicas del área de enseñanza de las ciências. Los datos fueron analizados considerando tres categorías: (i) la distribución de encuestas; (ii) el contexto de la investigación; y (iii) Relación cuestiones sociocientíficas-argumentación. Los resultados mostraron que entre los trabajos encontrados en la RNIEC, 31 discutieron el tema de la argumentación, de los cuales 05 establecieron relaciones con Cuestiones Sociocientíficas. En las revistas se encontraron 49 artículos sobre argumentación, y en 06 de estos hubo articulación con CSC. Del total de investigaciones, solo 01 fue en el contexto de la educación básica. Este estudio posibilitó comprender el panorama de las investigaciones sobre argumentación y questiones sociocientíficas, destacando el potencial de esa articulación para la construcción del conocimiento científico pelos estudiantes. Además, indica la posibilidad de ampliar investigaciones sobre argumentación y su relación con el CSC, especialmente en la modalidad de los últimos años de la enseñanza básica.

Palabras-Clave: Argumentación. Cuestiones sociocientíficas. Revisión bibliográfica. Enseñanza de las ciencias

1. Introdução

Diante das atuais demandas da educação em ciências, no que diz respeito ao papel da formação não apenas científica, mas da formação crítica do cidadão, a introdução de práticas argumentativas tem ganhado espaço na área. O entendimento da importância do papel ativo dos estudantes e da contribuição da linguagem para a construção do conhecimento científico escolar aponta a argumentação como uma promissora habilidade a ser desenvolvida pelos estudantes no ensino de ciências.

A argumentação é um termo polissêmico que apresenta várias definições. Segundo Rodriguez (2017) podemos melhor compreender este termo, considerando três perspectivas: retórica (a arte de falar bem), a lógica (a arte de pensar de forma correta) e a dialética (a arte de dialogar) (PLATIN, 2008).

Na retórica, a argumentação é entendida como o direcionamento de recursos linguísticos e técnicas racionais, que apresenta pontos de vista, os quais podem ser questionados, a um auditório, com o objetivo de persuasão. De outro modo, se intenciona a adesão do público para certo ponto de vista. Para Teixeira (2011), a argumentação no contexto da retórica clássica é caracterizada por oferecer pontos de vista razoáveis, que podem não ser verdadeiros considerando que se podem emitir opiniões diante de questões de ordem humana, as quais possuem verdade não garantida.

A argumentação na perspectiva lógica é compreendida como produto de processos abstratos que se constituem de afirmativas e evidências, não sendo voltada ao processo de comunicação, mas com ênfase nas estruturas e avaliação do argumento (TEIXEIRA, 2011). Ao longo do contexto histórico houve rupturas e novas direções surgiram sobre os estudos da argumentação, tendo-se em vista a pertinência desta perspectiva na análise de argumentos em diferentes esferas da vida cotidiana.

Na dialética, a argumentação se apresenta como uma abordagem que foca na interação e cooperação. Com origem nos estudos de Sócrates, a dialética envolve a exploração de diferentes pontos

de vista e com a indagação pode-se alcançar uma compreensão mais profunda. De acordo com Teixeira (2011), nesta perspectiva, a argumentação é entendida como procedimento no qual os processos interativos visam a produção das melhores decisões possíveis acerca do objeto de estudo em foco.

Neste trabalho, compreendemos a argumentação como uma atividade discursiva que se caracteriza pelo confronto de pontos de vista e se realiza pela justificação destes, gerando espaço para a expressão de contra-argumentos com objetivo de promover avaliação e reflexão de ideias com potencial para mudanças de concepções (CHIARO, LEITÃO, 2005). Para estas autoras, o conflito e as interações iniciam o processo de negociação e ponderação do próprio ponto de vista, em que podem ser gerados mecanismos de aprendizagem e construção de conhecimento.

Diante do exposto, se faz necessário que sejam criadas oportunidades de se praticar a argumentação nas aulas de ciências, contudo essa não é uma tarefa fácil diante das questões relacionadas à ciência que são geralmente propostas com pouco estímulo para interações entre os alunos e alunos-professores, e de problemas distantes de suas realidades (SÁ, 2006). Nesse sentido, algumas estratégias didáticas como o uso de Questões Sociocientíficas têm ganhado destaque.

A abordagem de QSC no ensino de ciências almeja diferentes objetivos, entre eles está o desenvolvimento da comunicação e argumentação do aluno (Ratcliffe, 1998), que ocorrem por meio do desenvolvimento de habilidades cognitivas e discursivas, as quais são indispensáveis à construção do conhecimento científico (LOURENÇO e QUEIROZ, 2020). Quando o espaço escolar é aberto às discussões argumentativas no contexto de uma QSC, possibilita o desenvolvimento do pensamento e da linguagem científica, e com isso, um maior domínio dentro da área do conhecimento científico.

Para Martinéz (2012), Questões Sociocientíficas (QSC) são temas atuais de natureza controversa e de base científica que, geralmente, são divulgadas nos meios de comunicação, e se aproximam da realidade cotidiana. Tais questões demandam tomada de decisão que pode envolver diferentes aspectos, como o ético, moral, político e ambiental, e servem de base para a abordagem de diversos conteúdos educacionais (CONRADO, 2017; ACHURY, ALVAREZ HOYOS, 2015). Por seu caráter polêmico e contraditório, a QSC tem sido indicada para estimular a discussão a respeito de assuntos científicos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades como a argumentação (MARTÍNEZ PÉREZ; BELTRÁN MARTÍNEZ, 2014).

Sousa e Gehlen (2017) realizaram uma revisão de literatura nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) desde a sua primeira edição em 1997 até 2013, que resultou em 12 trabalhos que estabeleciam relações entre a abordagem de QSC e o desenvolvimento de processos argumentativos, sendo onze deles publicados nas três últimas edições analisadas. A revisão indicou que a articulação QSC-Argumentação no ensino de ciências é recomendada já há algum tempo, entretanto, esta temática de pesquisa ainda pode ser mais explorada e ampliada.

Outra revisão de literatura foi realizada por Santos e Sedano (2020) nos anais do ENPEC e periódicos científicos brasileiros no período de 2011 a 2018, a respeito do que as pesquisas têm discutido sobre a argumentação. Os resultados mostraram uma quantidade expressiva de pesquisas desenvolvidas no contexto do Ensino Médio e um aumento no número de estudos desenvolvidos no Ensino Fundamental, principalmente nos anos iniciais.

Neste trabalho, como diferencial buscamos ampliar o recorte temporal para anos mais recentes. Para isso, realizamos uma revisão bibliográfica no período de 2017-2019 (ENPEC) e 2017-2021 (periódicos) para investigar a relação QSC-Argumentação, com o objetivo de responder a seguinte questão: Qual o panorama das pesquisas que discutem a argumentação e suas possíveis relações com a abordagem de QSC no Ensino de Ciências, no recorte de 2017 a 2021?

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de analisar o mapeamento das pesquisas que discutem sobre a argumentação e suas possíveis articulações com a abordagem de QSC na área de ensino de ciências, publicadas nas edições do ENPEC (2017 e 2019) e em periódicos nacionais e internacionais (2017-2021).

2. Metodologia

A pesquisa é de caráter qualitativo e quantitativo com relação à abordagem dos dados e do tipo bibliográfica, visto que coloca o pesquisador em contato direto com o foi já produzido sobre o tema, entretanto, pode-se ampliar o recorte temporal da análise sob um novo enfoque ou abordagem (MARCONI; LAKATOS, 2003). Para iniciar o mapeamento das pesquisas que tratam da argumentação e suas possíveis relações com QSC no ensino de ciências, foi feita uma revisão bibliográfica nos anais do ENPEC, evento de grande relevância nacional, nas edições de 2017 e 2019. Ressaltamos que o levantamento foi realizado em 2020 e o ENPEC seguinte aconteceu em 2021, por isso, os dados de 2021 não foram contemplados neste trabalho. Em seguida, também foi feito o levantamento em nove periódicos nacionais e um internacional na área de pesquisa em Ensino.

A escolha pelos anais do ENPEC se justifica devido ser um evento relevante no cenário brasileiro para a divulgação de pesquisas da área de ensino de ciências. Dentre os eixos temáticos do ENPEC, foram selecionados dois que se alinham com o objeto desta pesquisa: Ensino e aprendizagem de conceitos científicos e Linguagens, discurso e educação em ciências.

O procedimento de busca para encontrar trabalhos relacionados à argumentação nos anais do ENPEC (2017-2019) ocorreu nos seus respectivos sites de acesso aberto pela internet, dentro dos dois eixos supracitados. Em seguida, foi feita a leitura do título, resumo e palavras-chave de cada trabalho. Como critério de inclusão de seleção dos trabalhos foi considerado para análise aqueles que apresentaram os seguintes descritores: "argumentação" como base, "questões sociocientíficas" e "temas sociocientíficos", e algumas variações como "argumentos", "discussões sociocientíficas" e "interações discursivas", uma vez que a argumentação é compreendida como uma atividade discursiva que pode surgir dessas interações, e algumas pesquisas estabelecem essa relação (Mendes e Santos, 2013; Chiaro e Aquino, 2017; Sá, 2010). Os trabalhos encontrados nesta busca foram denominados de T1 a T31 (Tabela 1).

Com relação aos periódicos, foram selecionados aqueles considerados relevantes para a pesquisa em ensino de ciências no cenário brasileiro porque apresentam classificação no sistema Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no quadriênio mais recente 2017-2020, com estratos A1, A2, A4 e B1, no recorte temporal de 2017 a 2021. Esses estratos são indicadores de qualidade de periódicos científicos que apresentam boas práticas de publicação, a saber: Investigações em Ensino de Ciências, Ciência e Educação, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências, Amazônia: Revista de educação em Ciências e Matemáticas, Alexandria, Experiências em Ensino de Ciências, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista de Educação, Ciências e Matemática, e Revista de Ensino de Ciências e Matemática.

O procedimento de busca dos artigos nos sites dos periódicos, todos de acesso aberto, também considerou como critério de inclusão os descritores "argumentação", "questões sociocientíficas", "temas sociocientíficos" e as variações citadas anteriormente para os anais do ENPEC. A busca foi realizada no site de cada revista, contemplando as edições, números e volumes de cada ano, adotando como base principal a presença do descritor "argumentação" e/ou os demais descritores (e suas variações) encontradas durante a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave de cada artigo publicado. O critério de exclusão foi aplicado em trabalhos e artigos que não se relacionavam com o objetivo deste estudo. Os artigos de periódicos selecionados para análise foram denominados de Artigo 1 a Artigo 49 (Tabela

3). Para análise dos dados, foi adotado o método de análise de conteúdo segundo Bardin (2016). Para isso, foi feita a exploração e análise dos materiais de pesquisa por meio da leitura, na integra, dos resumos, procedimentos metodológicos e resultados obtidos nos trabalhos e artigos selecionados dos anais do ENPEC e dos periódicos, observando semelhanças e diferenças que resultaram na separação e agrupamento de dados, a partir dos quais foram criadas três categorias de análise, buscando alcançar o objetivo e responder a questão de pesquisa. A seguir, apresentamos a descrição das categorias de análise:

1. Distribuição das pesquisas: quantificar as pesquisas sobre argumentação e sua possível articulação com QSC nos artigos e trabalhos completos encontrados.

2. Contexto de realização da pesquisa: Identificar o nível de ensino ou contexto em que a pesquisa que trata da argumentação foi desenvolvida.

3. Relação QSC-argumentação: Identificar se as pesquisas analisadas apresentam uma discussão sobre a articulação entre QSC e argumentação.

3. Resultados

Primeiramente, apresenta-se a análise dos trabalhos selecionados no ENPEC e após dos artigos de periódicos, buscando quando possível fazer uma comparação dos resultados obtidos entre essas duas fontes de dados, com relação ao contexto de desenvolvimento das pesquisas.

Análise da distribuição dos trabalhos completos encontrados nos anais do ENPEC

A tabela 1 apresenta o ano do evento e a respectiva quantidade de trabalhos completos publicados nos anais do ENPEC, nos dois eixos temáticos delimitados.

Tabela 1. Levantamento ENPEC

Ano de realização do ENPEC	Quantidade de trabalhos publicados
2017	19
2019	12
TOTAL	31

Número de trabalhos publicados nos anais do ENPEC nos dois eixos de pesquisa selecionados (2017-2019). **Fonte:** Dados de pesquisa (2021)

Os dados da tabela 1 mostram que foram encontrados 31 trabalhos completos, que discorrem sobre a argumentação no ensino de ciências publicados nos anais do ENPEC, nas edições do evento de 2017 e 2019, especificamente, nos eixos Ensino e aprendizagem de conceitos científicos e Linguagens, discurso e educação em ciências. Dentre eles foi verificado que apenas cinco (05) estabelecem uma relação entre a QSC e argumentação, os quais foram desenvolvidos com os participantes da pesquisa inseridos no contexto do Ensino Médio, Ensino Superior e Formação de professores (Quadro 1). Estes trabalhos estão em destaque na cor azul no quadro 1. Esse quantitativo foi menor do que o encontrado na revisão semelhante feita por Sousa e Gehlen (2017).

O quadro 1 apresenta a distribuição dos trabalhos encontrados e o nível de ensino ou contexto de aplicação da pesquisa.

Quadro 1. Distribuição dos trabalhos do ENPEC.

ANO	CÓDIGO E TÍTULO DO TRABALHO	AUTORES	NÍVEL DE ENSINO

2017	T1: A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade	Camargo, G. H, Motokane, M.T., e Castro, R.	Ensino Médio
	T2: Desenvolvimento de competências cognitivas por meio da construção de argumentação	Rodrigues, B. S., Silva, M. I., Miranda Júnior, P., Marques, A. C. T. L., e Policarpo, S. P. F.	Ensino Médio
	T3: Explicação e argumentação em uma aula de modelagem para o ensino fundamental.	Yoshida, M.N., e Motokane, M. T.	Ensino fundamental - anos finais
	T4: Fases da Lua: concepções e evoluções no pensamento de licenciandos em ciências	Contrucci, C., Almeida, P. A. A. Testoni, L., Brockington, G. Mesquita, L., e Sousa, P. H.	Ensino Superior
	T5: O Jogo Do Perito: uma proposta investigativa para o ensino de ciências utilizando elementos de física forense	Souza, E. J., Yoshimura, M. T. S., Matos, P. A., e Testoni, L. A.	Ensino fundamental - anos finais
	T6: Perícia Criminal E A Escola: Uma Proposta De Utilização Da Biologia Forense No Ensino Das Ciências	Romano, Y. V., Matos, P. A., Oliveira, R., e Testoni, L. A.	Ensino Médio
	T7: Relações entre o grau de abertura de atividades investigativas e a qualidade dos argumentos construídos por estudantes do ensino fundamental	Geraldi, A. M., e Scarpa, D. L.	Ensino fundamental - anos finais
	T8: Análise Dos Tipos De Pergunta Do Professor Na Construção De Argumentos Orais Em Uma Aula Investigativa De Ciência	Silva, L. L. B, Oliveira, T. L. S., e Pereira, M.	Ensino fundamental
	T9: Argumentação científica e a teoria de Vygotsky: discussões a partir do uso do pluralismo metodológico nas aulas de Física	Galvão, I. C. M., Monteiro, M. A. A., e Monteiro, I. C. C.	Ensino Médio
	T10: Argumentação na sala de aula: construindo discursos científicos	Nogueira, L.V., Freitas, K. C. F., e Cunha, F.	Ensino Médio
	T11: Argumentatividade e Alfabetização Científica: analisando a comunicação da informação em situações-problema	Oliveira, I. S., Boccardo, L., e Jucá-Chagas, R.	Ensino Médio
	T12: Concepciones acerca de la argumentación científica escolar y su enseñanza en profesores de Biología, estudio de casos	Silva, C	Formação continuada de professores
	T13: Emergência de episódios argumentativos em sala de aula e suas relações com as interações discursivas e ações pró-argumentativas docentes no ensino de genética.	Silva, G. N. L., Sepulveda, C. A. S., Nunes-Neto, N. F., e Oliveira, S. V.	Ensino Superior

	T14: Física em Quadrinhos: Aproximar ou afastar?	Souza, E. O. R., e Vianna, D. M.	Ensino Médio
	T15: O discurso argumentativo em um Curso de Férias: uma análise a partir do Tratado da: Argumentação: a nova retórica	Sousa, T. B.	Outro
	T16: O Discurso Argumentativo na Aula de Ciências	Góes, F. B. S., e Santos, P. J. S.	Ensino fundamental - anos iniciais
	T17: O processo argumentativo na construção de mapas conceituais e suas relações com a aprendizagem significativa crítica no ensino de ciências	Santos, L. S., e De Chiaro, S.	Ensino Médio
	T18: Promoção da argumentação em aulas experimentais de química: olhar sobre os relatórios investigativos	Barbosa, S. M., e Souza, N. S.	Ensino Médio
	T19: Qualidade dos argumentos de professores de Química em formação sobre temas da Educação em Ciências	Silva, A., e Nardi, R.	Ensino Superior
2019	T20: A argumentação por analogia na discussão de uma questão sociocientífica	Damascena, K. B., e Mozzer, N. B.	Ensino Médio
	T21: A importância das interações discursivas para a promoção da argumentação em aulas de Ciências	Carvalho, M. S. A., e Abib, M. L. V. S.	Ensino fundamental - anos iniciais
	T22: Análise da argumentação de alunos a partir dos Esquemas de Argumentação de Walton	Martins, m., Justi, R. e Ibraim, S. S.	Ensino Médio
	T23: Argumentação no ensino de ciências: uma análise baseada em uma adaptação do padrão de Toulmin	Rosa, L. F. M. e Pereira, A. P.	Ensino Superior
	T24: Controvérsias Científicas e Ensino de Genética: análise da argumentação em um júri simulado	Oliveira, J. K. S. F., Pereira, L. B., Lima, M. B., e Struchiner, M.	Ensino Superior
	T25: Estratégia de Ensino POE para Fomentar a Habilidade Cognitivo-Linguística de Argumentação no Ensino de Ciências Naturais	Azevedo, M., Tavares, J., e Silva, M.	Ensino superior
	T26: Qualidade conceitual de argumentos escritos por alunos fundamentados em uma abordagem contextualizada no ensino de soluções	Souza, E. T., Teixeira, A. O., e Santos, B. F.	Ensino Médio
	T27: Relações entre Ações Docentes Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação e Habilidades Argumentativas Manifestadas por Estudantes	Ibraim, S. S.	Ensino Médio
	T28: Uso da linguagem cinematográfica para promover a argumentação e enculturação científica	Pereira, B., e Fonseca, M. A.	Ensino Médio

	T29: Análise dos argumentos de professores de ciências sobre estratégias didáticas que favorecem a abordagem de questões sociocientíficas no ensino das ciências	Do Vale, W. K. M., e Batinga, V. T. S.	Formação continuada de professores
	T30: A questão da neutralidade científica em um debate sociocientífico na formação inicial de professores de Física	Figueira, M. J,. e S., Nardi, R.	Ensino Superior
	T31: Análise de ações verbais e interações discursivas em uma atividade envolvendo caso investigativo no ensino superior de Química	Francisco, W., e Silva, L. G.	Ensino superior

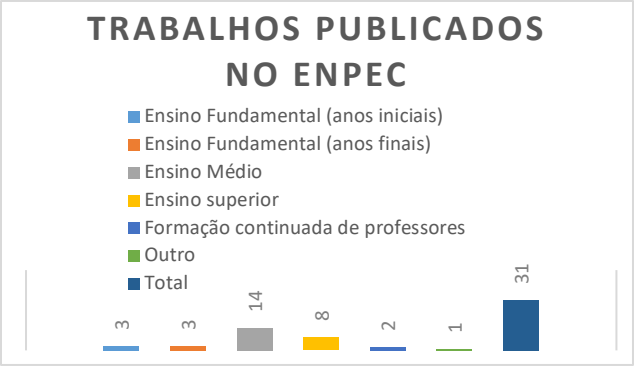
Distribuição dos trabalhos encontrados nos anais do ENPEC (2017-2019) e o nível de ensino/contexto da pesquisa.
Fonte: Autoras (2021)

No quadro 1 pode-se perceber que nos anais do ENPEC houve um maior quantitativo de pesquisas acerca da argumentação desenvolvidas no contexto do Ensino Médio, com a presença de quatorze (14), seguido do Ensino Superior, em que foram encontrados oito (08) trabalhos. No Ensino Fundamental foram encontrados três (03) trabalhos que tratam da argumentação nos Anos Iniciais e três (03) nos Anos Finais, no período de 2017 a 2019, que representa um quantitativo menor com relação ao âmbito do Ensino Médio.

Em revisão realizada pelos autores Santos e Sedano (2020), no período de 2011 a 2018, nos anais do ENPEC, eles encontraram trinta e três (33) trabalhos sobre argumentação no contexto do Ensino Médio, o que pode ser considerado um número expressivo quando comparado com os desenvolvidos no âmbito dos Anos Finais do Ensino Fundamental, em que foram encontrados seis (06) trabalhos e sete (07) se referem aos Anos Iniciais. Diante disso, os autores afirmaram que a maior parte das pesquisas situadas no contexto do Ensino Fundamental, entre 2011 e 2018, se refere aos Anos Iniciais dessa modalidade de ensino da Educação Básica.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para os anais do ENPEC (2017 a 2019), com relação ao contexto de desenvolvimento da pesquisa foram semelhantes aos obtidos na revisão de Santos e Sedano (2020). Foi possível observar uma maior quantidade de pesquisas envolvendo a argumentação realizada no Ensino Médio (14 trabalhos). Enquanto, no Ensino Fundamental foi encontrado um quantitativo menos expressivo de pesquisas sobre argumentação, sendo três (03) nos Anos Iniciais e três (03) nos Anos Finais, no período de 2017 a 2019. O gráfico 1 apresenta a distribuição dos trabalhos encontrados nos anais do ENPEC.

Gráfico 1. Distribuição dos trabalhos acerca da argumentação publicados nos anais do ENPEC por nível de ensino em 2017-2019.



Fonte: Autoras (2021)

Destacamos que, dentre o quantitativo de seis trabalhos sobre argumentação no âmbito do Ensino Fundamental (anos iniciais e finais), não foram identificadas pesquisas que abordem o desenvolvimento da argumentação por meio de QSC.

Em específico, sobre os trabalhos que estabelecem a relação QSC-Argumentação foram encontrados cinco (05), desenvolvidos nos contextos do Ensino Médio, Ensino Superior e Formação de Professores, a saber: T13 (Silva et. al., 2017), T20 (Damascena e Mozzer, 2019), T22 (Martins, Justi e Ibraim, 2019), T24 (Oliveira, K. S. F., J., Pereira, L., B., Lima, M., B., e Struchiner, M., 2019) e T29 (Do Vale e Batinga, 2020). Estes estudos afirmam que as discussões sobre QSC possibilitam aos estudantes uma melhor compreensão e criticidade quanto à aprendizagem de conteúdos científicos que englobam aspectos políticos, éticos, econômicos, que se mostram satisfatórios para o desenvolvimento de situações argumentativas.

Estes trabalhos trazem uma compreensão de que a QSC como temática social propicia a contextualização do ensino, porém, destacam que, no contexto escolar observam-se dificuldades por parte dos estudantes em aprender, e por parte do professor em ensinar com vistas à promoção da argumentação.

Em suas conclusões, Silva et. al (2017) apontam a relevância do processo dialógico na argumentação que pode ser potencializado pelas ferramentas metodológicas, mas enfatiza que somente o uso da QSC muitas vezes não é suficiente para a emergência de argumentos mais complexos, sinalizando para a importância de ações pró-argumentativas e autonomia por parte dos professores. Isso nos leva a repensar o processo de formação de professores, que segundo Do Vale e Batinga (2020) defenderam a importância desta vivência na formação para se discutir as potencialidades e limitações da abordagem de QSC no ensino de ciências, voltadas para a promoção da argumentação em sala de aula.

Análise da distribuição dos artigos encontrados nos periódicos

A tabela 2 mostra o quantitativo de artigos encontrados sobre a temática argumentação nos periódicos pesquisados no período de 2017 a 2021

Tabela 1. Levantamento nos Periódicos

Periódicos	Quantidade de artigos encontrados (2017-2021)
P1: Investigações em Ensino de Ciências	13
P2: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	4
P3: Ciência e Educação	5
P4: Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências	3
P5: Amazônia: Revista de educação em Ciências e Matemáticas	5
P6: Alexandria	4
P7: Experiências em Ensino de Ciências	2

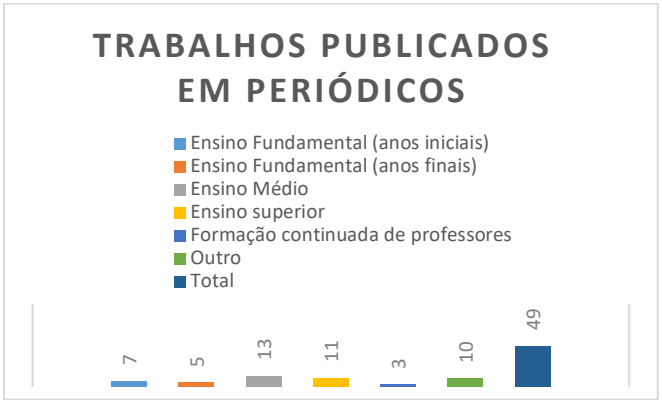
P8: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2
P9: Revista de Educação, Ciências e Matemática	1
P10: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	10
TOTAL	49

Quantidade de artigos publicados nos periódicos selecionados. **Fonte:** Dados de pesquisa (2021)

Quanto à distribuição dos artigos nos periódicos científicos em diferentes contextos relativos aos níveis e modalidades de ensino (gráfico 2), há a presença de um maior quantitativo de pesquisas sobre argumentação no Ensino Médio. Isto também foi evidenciado na análise dos trabalhos dos anais do ENPEC. Não há uma diferença significativa quando se compara a quantidade de artigos no Ensino Fundamental (finais + iniciais) com o Ensino Superior (Gráfico 2).

Ao comparar os resultados dos trabalhos publicados nos anais do ENPEC com os dos periódicos, especificamente, no contexto do Ensino Fundamental (gráficos 1 e 2), verificamos que esse nível de escolaridade da educação básica apresentou um maior quantitativo de artigos: doze (12) no total, sendo cinco (5) nos Anos Finais e sete (07) nos Anos iniciais. Uma justificativa para esse resultado pode ser devido ao fato de que estas pesquisas foram realizadas nas disciplinas de Ciências, Química, Física e Biologia, que são normalmente ofertadas no Ensino Fundamental (SÁ, 2010).

Gráfico 2. Distribuição dos artigos publicados nos periódicos por nível/contexto de ensino.



Fonte: Autoras (2021)

Santos e Sedano (2020) em revisão realizada em periódicos científicos nacionais, no período de 2011 a 2018, encontraram treze (13) artigos no contexto do Ensino Médio, enquanto para o Ensino Fundamental foram verificados oito (08) artigos nos Anos iniciais e dois (02) nos Anos Finais. Os autores destacam que embora o contexto do Ensino Médio se destaque, notou-se um aumento no interesse dos pesquisadores pela temática no contexto do Ensino Fundamental, bem como por sua divulgação em revistas da área, sobretudo no ano de 2017. Em linhas gerais, pode-se observar que os resultados obtidos em nosso levantamento (2017 a 2021) para os periódicos (gráfico 2), em termos de quantitativo total de artigos para o Ensino Médio e Fundamental, se assemelham aos encontrados na revisão de literatura sobre argumentação realizada por Santos e Sedano (2020).

A tabela 3 apresenta a relação dos 49 artigos encontrados nos periódicos analisados que abordam a temática argumentação. Destacamos na azul os artigos que relacionam argumentação e QSC em qualquer contexto/nível de ensino/escolaridade.

Tabela 3. Relação dos artigos dos periódicos

Código do periódico	Código do artigo	Autores	Ano	Vol. e Núm.	Contexto de pesquisa
P1	Artigo 1	Ferraz e Sasseron	2017	v. 22, n. 1	Ensino Médio
	Artigo 2	Silva e Trivelato	2017	v. 22, n. 2	Ensino Médio
	Artigo 3	Silveira e Munford	2017	v. 22, n. 3	Ensino Fundamental (anos iniciais)
	Artigo 4	Figueiredo e Sepulveda	2018	v. 23, n. 2	Ensino Superior
	Artigo 5	Ibraim e Justi	2018	v. 23, n. 2	Ensino Médio
	Artigo 6	Silva e De Chiaro	2018	v. 23, n. 3	Ensino Superior
	Artigo 7	Souza e Queiroz	2018	v. 23, n. 3	Ensino Superior
	Artigo 8	Barcellos e Coelho	2019	v. 24, n. 1	Ensino Fundamental (anos iniciais)
	Artigo 9	Braga, Martins e Conrado	2019	v. 24, n. 2	Ensino Superior
	Artigo 10	Malheiro e Teixeira	2020	v. 25, n. 1	Formação continuada
	Artigo 11	Fernandes, Rodrigues e Ferreira	2020	v. 25, n. 2	outro
	Artigo 12	Guimarães e Massoni	2020	v. 25, n. 3	Ensino Médio
	Artigo 13	Coraiola e Higa	2021	v. 26, n. 2	Formação continuada
P2	Artigo 14	Franco e Munford	2017	v. 17, n. 2	Ensino Fundamental (anos iniciais)
	Artigo 15	Souza e Marques	2017	v. 17, n. 2	Formação continuada
	Artigo 16	Pereira, Nunes e Freitas	2020	v. 20	Ensino Superior
	Artigo 17	Teles e Munford	2021	v. 21	Ensino Fundamental (anos finais)/EJA
P3	Artigo 18	Martins e Justi	2017	v. 23, n. 1	Ensino Médio
	Artigo 19	Ibraim e Justi	2017	v. 23, n. 4	Ensino Superior
	Artigo 20	Correia, Decian e Sauerwein	2017	v. 23, n. 4	Ensino Médio
	Artigo 21	Galvão, Spazziani e Monteiro	2018	v. 24, n. 4	Ensino Médio

	Artigo 22:	Ramos, Mendonça e Mozzer	2019	v. 25, n. 3	Ensino Médio
P4	Artigo 23	Ferraz e Sasseron	2017	v. 19	Ensino Fundamental (anos iniciais)
	Artigo 24:	Sousa e Malheiro	2019	v. 21	Ensino Superior
	Artigo 25:	Sasseron	2020	v. 22	Ensino Fundamental (Anos Iniciais)
P5	Artigo 26	Medeiros, Silva e Locatelli	2018	v. 14, n. 29	Ensino Técnico
	Artigo 27:	Lima, Silva e Noronha	2018	v. 14, n. 29	Ensino Fundamental (Anos Finais)
	Artigo 28	Pezarini e Maciel	2018	v. 14, n. 32	Estudo Bibliografico
	Artigo 29	De Almeida e Guimarães	2019	v. 15, n. 34	Ensino Superior
	Artigo 30	Diniz, Barros e Assis	2020	v. 16, n. 37	Ensino Médio/Técnico
P6	Artigo 31	Ruppenthala e Schetinger	2017	v. 10, n. 2	Ensino Fundamental (Anos Finais)
	Artigo 32	Almeida e Malheiro	2018	v. 11, n. 2	Ensino Fundamental (Inicial E Final)
	Artigo 33	Isidoro, Belluco e Carvalho	2020	v. 13, n. 2	Ensino Superior
	Artigo 34	Mendonça, Oliveira e Almeida	2021	v. 14, n. 1	Ensino Superior
P7	Artigo 35	De Macedo e Lopes	2017	v. 12, n. 4	Ensino Fundamental (anos finais)
	Artigo 36	Oliveira, Freire, Pereira e Motokane	2017	v. 12, n. 7	Ensino Fundamental (Anos Iniciais)
P8	Artigo 37:	Firme e Teixeira	2017	v. 16, n. 2	Ensino Médio/Professores
	Artigo 38	Picáns e Puig	2017	v. 16, n. 2	ESO (Escola Secundária Obrigatória)
P9	Artigo 39	Leprique e Gomes	2021	v. 11, n. 1	Ensino Médio
P10	Artigo 40	Pezarini e Maciel	2018	v. 9, n. 5	Estudo Bibliografico
	Artigo 41	Pezarini e Maciel	2019	v. 10, n. 1	Ensino Fundamental (Anos Finais)/Ensino Médio
	Artigo 42	Nasser e Caldato	2019	v. 10, n. 2	Ensino Superior
	Artigo 43	Leal, Schetinger e Pedroso	2019	v. 10, n. 6	Ensino Médio
	Artigo 44	Reis, Marques e Duarte	2020	v. 11, n. 1	Ensino Médio

	Artigo 45	Pezarini e Maciel	2020	v. 11, n. 2	Pesquisa Exploratória
	Artigo 46:	Santos e Sedano	2020	v. 11, n. 3	Estudo Bibliografico
	Artigo 47	Almeida e Malheiro	2020	v. 11, n. 3	Clube De Ciência
	Artigo 48	Lopes, Rodriguese De Chiaro	2020	v. 11, n. 3	Estudo Bibliografico
	Artigo 49:	Martins e Macagno	2021	v. 12, n. 4	Estudo Bibliografico

Relação dos artigos encontrados nos periódicos e o contexto de realização da pesquisa. **Fonte:** Autoras (2021)

Na tabela 3 verifica-se que foram identificados seis (06) artigos que discorrem acerca da relação entre argumentação e QSC, sendo eles: Artigo 9 - Braga, Martins e Conrado (2019); artigo 15 - Souza e Marques (2017); artigo 29 - De Almeida e Guimarães (2019); artigo 35 - De Macedo e Lopes (2017); artigo 38 - Picáns e Puig (2017); e artigo 40 - Pezarini e Maciel (2020).

Estes autores concordam que a discussão de temáticas contemporâneas é uma estratégia que favorece a construção da argumentação em sala de aula de ciências, e que as questões sociocientíficas (QSC) ao promoverem uma maior aproximação do estudante com o seu entorno social, abre espaço para envolver valores éticos, morais, culturais que estejam associados a conceitos e contextos científicos, e que pode propiciar a tomada de decisão.

De modo semelhante aos resultados dos trabalhos de pesquisas encontrados nos anais do ENPEC, os dos artigos de periódicos apontam potencialidades, mas também limitações acerca da aplicação de propostas de ensino baseadas em QSC com foco no desenvolvimento da argumentação em sala de aula. Com relação a isto, um estudo desenvolvido por Braga, Martins e Conrado (2019) (artigo 9) buscou analisar argumentos de licenciandos de Biologia durante a resolução de QSC, visando avaliar os conteúdos mobilizados nos argumentos, dentro de uma proposta baseada na História e Filosofia das Ciências e do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Nos resultados do artigo 9 apresentam-se as contribuições da proposta para estimular o desenvolvimento do discurso argumentativo no contexto sociocientífico, entretanto, citam alguns pontos importantes por exemplo a qualidade dos argumentos construídos, e as dificuldades enfrentadas pelo professor em instaurar e manter o discurso argumentativo em sala de aula, indicando a necessidade de mais investigações que possam fornecer alternativas para ajudar na superação desses desafios.

O trabalho de Souza e Marques (2017), no artigo 15, analisou como uma atividade baseada no Princípio da Precaução (PP) e nas interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), desenvolvida com professores formadores de um curso técnico, sobre o tema sociocientífico "Uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas" contribuíram para a tomada de consciência destes. Os pesquisadores verificaram que os argumentos providos pelo PP, diante das incertezas científicas, evidenciaram lacunas causadas pela desestabilização dos conhecimentos prévios dos professores, que proporcionou a apreensão de novos conhecimentos, ampliando suas visões de mundo e indicando a tomada de consciência sobre o tema abordado.

Embora este trabalho não trate de forma explicita e convencional da argumentação, destacamos que a promoção de discussões sociocientíficas por meio da inserção do PP foram essencialmente argumentativas. Os autores destacam nos resultados que o posicionamento de precaução diante de

incertezas científicas, e o reconhecimento de que a tomada de decisão é um processo coletivo e democrático, abre espaço para o entendimento da natureza da ciência e estabelecem relações com os estudos CTS (SOUZA e MARQUES, 2017) e as características que fazem parte da argumentação sociocientífica. Por fim, Souza e Marques (2017) concluem que a experiência foi exitosa para promoção da conscientização sociocientífica e ambiental, e sugerem que outras investigações sejam realizadas visando apoiar os resultados encontrados.

Ainda sobre a abordagem de aspectos sociocientíficos, De Almeida e Guimarães (2019) (artigo 29) discutem sobre a extensão das habilidades argumentativas de professores de ciências, assim como a possível presença de níveis de raciocínio moral nos argumentos produzidos a respeito da QSC Eutanásia. Os resultados indicaram a presença da construção de argumentos e de raciocínio moral no processo de tomada de decisão sobre esta temática. E que a construção dos argumentos não se baseou apenas na legislação, mas devido à característica sociocientífica do tema fatores de ordem emocional podem ter influenciado na construção dos argumentos.

De Almeida e Guimarães (2019) reforçam a importância de discutir QSC nas salas de aula da educação básica para o desenvolvimento da argumentação, da construção de conhecimento científico, e de que os professores podem ser estimulados a abordarem conteúdos científicos por meio das QSC.

Dentre os 49 artigos (tabela 3) encontrados, o único que estuda a QSC como estratégia didática para promover a argumentação em sala de aula no Ensino Fundamental (anos finais) foi o artigo 35 dos autores De Macedo e Lopes (2017). Eles investigaram como os estudantes desenvolvem habilidades argumentativas em aulas de ciências por meio de atividades baseadas em QSC, e nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, que são estruturados a partir da problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Os resultados deste estudo (artigo 35) mostraram um enriquecimento nos processos argumentativos desenvolvidos pelos estudantes, durante a problematização das questões controversas, além de uma melhora na capacidade de analisar situações com criticidade. Outro ponto destacado no artigo 35 diz respeito às dificuldades enfrentadas nas discussões envolvendo QSC, a importância do avanço de pesquisas sobre esta temática para melhor compreender as situações de ensino e pensar e propor currículos adequados a seus pressupostos.

De acordo com De Macedo e Lopes (2017), a falta de espaço para atividades didáticas que promovam a argumentação em sala de aula pode agravar mais um antigo problema no ensino de ciências: o cientificismo, que se refere à ideia de que a ciência é um conhecimento superior e está além do questionamento.

Picáns e Puig (2017) desenvolveram um estudo (artigo 38) com objetivo de investigar a prática de argumentação e o uso de provas pelos estudantes a respeito de uma QSC cuja problemática envolvia a diminuição de "Trutas no rio Gallo". Para isso, foi desenvolvida uma sequência de atividades denominada "O rio Gallo: estudo do ecossistema e análise de uma problemática ambiental" (tradução nossa) em que foram discutidas relações tróficas e a problemática.

Os resultados desse estudo indicaram que os alunos apresentaram explicações sobre o problema ambiental que tendem a se basear mais em dados de "segunda mão" do que nos dados empíricos coletados por eles. Nessa direção, parece que existe uma dificuldade em considerar dados confiáveis, então eles acabam valorizando dados vindos de outros contextos ou de um especialista.

Segundo Picáns e Puig (2017), o problema da mortalidade das trutas é complexo porque abrange dimensões científicas e sociais. Elas ressaltam a importância de se trabalhar atividades sobre questões

deste tipo, pois pode contribuir para que os alunos desenvolvam o pensamento crítico por meio de questionamentos a ideias dominantes em um grupo ou comunidade.

O último trabalho encontrado que estabelece relação entre argumentação e QSC foi o artigo 40 de Pezarini e Maciel (2018), em que os autores apresentam uma revisão de literatura do tipo estado da arte, no período de 2010 a 2018, sobre a promoção da argumentação no ensino de ciências nos vieses CTS e Sociocientíficos. O estudo selecionou os trabalhos que consideravam tanto o CTS quanto as questões sociocientíficas como abordagens promotoras da argumentação e, posteriormente, realizou a análise contemplando as categorias:

Ano de realização publicação; Instituição de Ensino Superior de origem; Disciplina da área da Ciência da Natureza; Foco temático quanto à natureza dos trabalhos (empíricos ou teóricos); a sua distribuição dentro do Foco temático (Estratégias de Ensino, Elaboração de modelos, Levantamento bibliográfico, Análise do envolvimento dos estudantes, formação de professores, ambiente ensino e aprendizagem e análise do material); se a argumentação fora construída ou favorecida por questões CTS ou sociocientíficas; Identificação dos objetivos das pesquisas; Ação específica para a promoção da Argumentação e os resultados obtidos e sua relação com a argumentação (PEZARINI; MACIEL, 2018, p. 175).

Os resultados desta pesquisa apontaram que, mesmo diante do reconhecimento da contribuição do enfoque CTS e das QSC para o desenvolvimento argumentativo, assim como da argumentação como essencial no processo de ensino e aprendizagem, o quantitativo de estudos que estabelecem essa relação é relativamente baixo. Existe uma predominância de estudos que focam na construção e análise de argumentos.

A partir da análise dos artigos, percebe-se a importância da argumentação no processo de ensino e aprendizagem como uma atividade discursiva que proporciona o desenvolvimento crítico-reflexivo e a construção do conhecimento científico. E que a relação entre QSC e o desenvolvimento da argumentação remete ao confronto de diferentes ideias e pontos de vista proporcionados pela QSC, os quais são essenciais para favorecer processos argumentativos (ZEIDLER e SADLER, 2008; MENDES e SANTOS, 2015). Diante disso, reforçamos a utilização dessa estratégia didática para estabelecer um ambiente argumentativo em sala de aula.

4. Considerações finais

Ressaltamos a importância de criar ambientes para que a argumentação seja desenvolvida nos diversos níveis e modalidades de ensino. A discussão e resolução de QSC podem contribuir para a apropriação do conhecimento científico de forma crítica, e com pesquisas que investiguem o emprego da QSC para o desenvolvimento de processos argumentativos na área de ensino de ciências.

Este trabalho contribui para apresentar um panorama das pesquisas acerca da argumentação em diferentes contextos de desenvolvimento na área de ensino de ciências no período de 2017 a 2021, bem como para identificar pesquisas que discutem a relação entre a abordagem de QSC e argumentação.

Os resultados deste estudo mostram que a quantidade de pesquisas (trabalhos do ENPEC e artigos de periódicos) sobre a argumentação é mais escassa à medida que se volta para o contexto do Ensino Fundamental, especificamente, nos anos finais desta modalidade. Foi também evidenciada uma lacuna de pesquisa acerca da tríade QSC-Argumentação-Ensino de ciências nesse nível de ensino.

Quando se compara a análise dos trabalhos do ENPEC com a dos artigos de periódicos evidencia-se que a temática argumentação é relevante e de interesse de pesquisadores da área de ensino de ciências. No entanto, percebe-se que as pesquisas são realizadas majoritariamente no contexto do Ensino Médio,

seguido do Ensino Superior para o ENPEC. Quanto aos periódicos, o contexto principal também é o Ensino Médio, contudo a diferença entre o quantitativo do Ensino Superior (11 artigos) e do Ensino Fundamental (12 artigos) somente se faz evidente quando se separa este último nível em anos iniciais e finais.

Nos periódicos foi verificado que há poucos estudos que discutem a abordagem de QSC como estratégia didática voltada a promover a argumentação no ensino de disciplinas científicas. Apenas um estudo (artigo 35) discutiu a relação Argumentação-QSC no contexto dos anos finais do Ensino Fundamental.

Nos trabalhos do ENPEC, não foram identificadas pesquisas que abordam o desenvolvimento da argumentação por meio de QSC no contexto do Ensino Fundamental. Esses achados indicam que há lacunas de pesquisas sobre tais aspectos nas disciplinas científicas desse nível de ensino.

Por fim, destacamos a importância de avançar no quantitativo de pesquisas sobre QSC-Argumentação no Ensino Fundamental, especialmente, nos anos finais, visto que nessa modalidade de ensino foram identificadas poucas produções.

5. Referências

Achury, L. C., & Alvarez Hoyos, J. (2015). Desarrollo de la competencia argumentativa a través de la toma de decisiones en el abordaje de la cuestión sociocientífica "uso y comercialización del PVC". *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 10(1), 56–72. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.GDLA.2015.1.a04

Beltrán Martínez, J. C., & Martínez Pérez, L. F. (2014). Análisis de las estructuras argumentativas, construídas por estudiantes de educacion media sobre la question local del uso del água de los valados de cajicá. *Góndola, Enseñaza y Aprendizaje de las Ciencias*, 9(1), 103-113. https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/7317/9015

Braga, S. S., Martins, L., & Conrado, D. M. (2019). A argumentação a partir de questões sociocientíficas na formação de professores de biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(2), 120.

Conrado, D. M. (2017). Questões sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico [Dissertação de Mestrado, Instituto de Física]. Universidade Federal da Bahia. http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/24732

Damascena, K. B. & Mozzer, N. B. (2019). A argumentação por analogia na discussão de uma questão sociocientífica *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC). http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0450-1.pdf.

De Almeida, M. T., & Guimarães, M. A. (2019). Raciocínio moral em questões sociocientíficas: argumentação de licenciandos de ciências sobre a eutanásia. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 15(34), 80-95.

De Macedo, J. C. P. & Lopes, N. C. (2017) Desenvolvimento da competência argumentativa de estudantes da rede pública de ensino por meio de questões sociocientíficas. *Experiências em Ensino de Ciências*. 12(4), 30-41. https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/625/595

Do Vale, W. K. M. & Batinga, V. T. S. Análise dos argumentos de professores de ciências sobre estratégias didáticas que favorecem a abordagem de questões sociocientíficas no ensino das ciências. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.

Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2019). *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Springer.

Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. (2003*). Metodologia Do Trabalho Científico*. (6ª ed.) ATLAS.

Lourenço, A. B.; & Queiroz, S. L. (2020). Argumentação em aulas de química: estratégias de ensino em destaque. *Quím. Nova,* 43(9), p. 1333-1343. https://www.scielo.br/j/qn/a/wV5RgjVd7wktrfmypjTXNCd/?lang=pt

Martins, M., Justi, R., & de Sá Ibraim, S. (2019). Análise da argumentação de alunos a partir dos Esquemas de Argumentação de Walton. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), 1–7. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Mendes, M. R. M. & Santos, W. L. P. (2015). CTS, questões sociocientíficas e argumentação na educação em ciências. Em W. L. P. Santos & M. R. M. Mendes (Orgs.), *Educação em ciências e matemáticas: Debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores* (pp. 174–192). Penso.

Oliveira, K. S. F., J., Pereira, L., B., Lima, M., B., & Struchiner, M. (2019). Controvérsias Científicas e Ensino de Genética: análise da argumentação em um júri simulado. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), 1–7. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Palangana, I. C. (2015). *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social*. Summus.

Pérez, L. F. M. (2012). *Questões Sociocientíficas na Prática Docente: Ideologia, Autonomia e Formação de Professores*. Editora UNESP.

Pezarini, A. R., & Maciel, M. D. (2018). O ensino de ciências pautado nos vieses CTS e das questões sociocientíficas para a construção da argumentação: Um olhar para as pesquisas no contexto brasileiro. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 9(5), 169–188. https://doi.org/10.26843/rencima.v9i5.1821

Picáns, A. G., & Puig, B. (2017). Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 280-297. http://hdl.handle.net/10347/15841

Platin, C. Argumentação: histórias, teorias e perspectivas. (2008). Parábola Editorial.

Rodriguez, A. M. C. (2017). Breve percurso dos estudos sobre argumentação. *Memento: Revista de Linguagem, Cultura e Discurso*, 8(2), 1-22, jul/dez. https://core.ac.uk/download/pdf/230542806.pdf

Sá, L. P. (2006). A argumentação no ensino superior de química: Investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. [Dissertação de Mestrado] Universidade de São Paulo. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-16042007-115621

Sá, L. P. (2010). Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química. Universidade Federal de São Carlos. [Tese de Doutorado] Universidade Federal de São Carlos. https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6158

Santos, D., & Sedano, L. (2020). Argumentação no ensino fundamental em ciências: O que dizem as pesquisas? *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(3), 366–386. https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2625

Silva G. N. L. et al. (2017). Emergência de episódios argumentativos em sala de aula e suas relações com as interações discursivas e ações pró-argumentativas docentes no ensino de genética. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), 1–12. Universidade Federal de Santa Catarina.

Sousa, P. S., & Gehlen, S. T. (2017). Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: Algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 19(1), 1-15. https://doi.org/10.1590/1983-21172017190109

Souza, L. C. A. B., & Marques, C. A. (2017). Discussões sociocientíficas sobre o uso de agrotóxicos: Uma atividade formativa problematizada pelo princípio da precaução. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 495–519. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172495

Teixeira, M. P. (2011). Reflexões sobre o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos do ensino superior. *Revista ContraPonto,* 1(1), p. 25-41, ago.

Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2007). The role of moral reasoning in argumentation: Conscience, character, and care. Em S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 201–216). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_10

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21106

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA ALUNOS CEGOS OU COM BAIXA VISÃO: UM ESTUDO SOBRE PERCEPÇÕES DOCENTES, CONTEÚDOS CURRICULARES E TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

TEACHING OF SCIENCE FOR BLIND OR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: A STUDY ON TEACHER PERCEPTIONS, CURRICULUM CONTENT, AND ASSISTIVE TECHNOLOGIES

ENSEÑANZA DE CIENCIAS PARA ESTUDIANTES CIEGOS O CON BAJA VISIÓN: UN ESTUDIO SOBRE LAS PERCEPCIONES DOCENTES, LOS CONTENIDOS CURRICULARES Y LAS TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA

Estéfano Vizconde Veraszto*, Luciana Maria Estevam Marques**
Osório Augusto de Souza Neto***

Veraszto, E. V.; Marques, L. M. E.; Souza Neto, O. A. (2025). Ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão: um estudo sobre percepções docentes, conteúdos curriculares e tecnologias assistivas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20 (1), pp. 66-87 DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21106

Resumo

O ensino de ciências da natureza e matemática para alunos cegos ou com baixa visão é um desafio. Assim, este trabalho investiga o ensino de ciências para esses estudantes, a partir da perspectiva dos docentes atuantes na educação básica, visando identificar os conteúdos mais desafiadores e compreender os motivos dessas dificuldades no contexto do ensino de ciências da natureza e matemática. Para tanto, busca-se classificar os conteúdos considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, com base nas percepções dos docentes. Também são identificar os motivos pelos quais esses conteúdos são considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, levando em conta as experiências e conhecimentos dos docentes. Por fim, o trabalho especificar quais desses conteúdos são próprios da área de ciências da natureza e matemática. Para isso, a pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e descritiva, utilizando métodos de análise estatística textual para analisar os dados. Foram identificadas três categorias: Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar. As categorias encontradas nesta pesquisa estão intrinsecamente relacionadas e complementam-se no contexto do ensino para estudantes cegos ou com baixa visão, contribuindo para uma educação inclusiva de qualidade. Os resultados sinalizam que o público

Recibido: 07 de agosto de 2023, aceptado: 31 de enero de 2025

* Doutor em Educação, Ciência e Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências da Natureza e Matemática, Araras-SP, Brasil, estefanovv@ufscar.br, https://orcid.org/0000-0002-4029-4803.

** Mestra em Educação em Ciências da Natureza e Matemática. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Campinas-SP, Brasil, lucianaestevam1975@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5205-1374.

*** Doutor em Educação. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Araras-SP, Brasil, ufscar2019prof@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7834-6883.

investigado entende que certos conteúdos não podem aprendidos por esses estudantes. Assim, alguns dados sinalizam que esse público pode não ser capaz de aprender certos conteúdos, e isso não nos parece coerente. É necessário superar estereótipos e preconceitos, garantindo que esses estudantes sejam acolhidos e valorizados em todas as etapas da educação.

Palavras-Chave: Inclusão escolar, Ensino de ciências, Deficiência visual, Tecnologias Assistivas, Didática Multissensorial.

Abstract

The teaching of natural sciences and mathematics to blind or visually impaired students poses a challenge. Thus, this work investigates the education of sciences for these students, from the perspective of educators engaged in basic education, with the aim of identifying the most challenging content and comprehending the reasons for these difficulties in the context of teaching natural sciences and mathematics. To this end, an effort is made to classify the contents considered most difficult to teach to blind or visually impaired students, based on educators' perceptions. The reasons why these contents are deemed more challenging to teach to blind or visually impaired students are also identified, taking into account educators' experiences and knowledge. Finally, the work specifies which of these contents belong to the field of natural sciences and mathematics. For this purpose, the research adopted a quantitative and descriptive approach, utilizing methods of textual statistical analysis to scrutinize the data. Three categories were identified: Multisensory Didactics, Assistive Technologies, and Difficult-to-Teach Contents. These categories found in this research are inherently related and complement each other in the context of education for blind or visually impaired students, contributing to a quality inclusive education. The results indicate that the surveyed audience understands that certain contents cannot be learned by these students. Thus, some data suggest that this audience may not be able to learn certain contents, and this does not seem coherent to us. It is necessary to overcome stereotypes and prejudices, ensuring that these students are welcomed and valued at all stages of education.

Keywords: School inclusion, Science education, Visual impairment, Assistive technologies, Multisensory didactics.

Resumen

La enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas para estudiantes ciegos o con baja visión representa un desafío. Por lo tanto, este trabajo investiga la educación en ciencias para estos estudiantes, desde la perspectiva de educadores involucrados en la educación básica, con el objetivo de identificar el contenido más desafiante y comprender las razones de estas dificultades en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas. Con este fin, se realiza un esfuerzo para clasificar los contenidos considerados más difíciles de enseñar a estudiantes ciegos o con baja visión, basándose en las percepciones de los educadores. También se identifican las razones por las cuales se considera que estos contenidos son más difíciles de enseñar a estudiantes ciegos o con baja visión, teniendo en cuenta las experiencias y conocimientos de los educadores. Finalmente, el trabajo especifica

qué contenidos pertenecen al campo de las ciencias naturales y las matemáticas. Para ello, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando métodos de análisis estadístico textual para escrutar los datos. Se identificaron tres categorías: Didáctica Multisensorial, Tecnologías de Asistencia y Contenidos Difíciles de Enseñar. Estas categorías encontradas en esta investigación están intrínsecamente relacionadas y se complementan en el contexto de la educación para estudiantes ciegos o con baja visión, contribuyendo a una educación inclusiva de calidad. Los resultados indican que el público encuestado comprende que ciertos contenidos no pueden ser aprendidos por estos estudiantes. Por lo tanto, algunos datos sugieren que este público puede no ser capaz de aprender ciertos contenidos, y esto no nos parece coherente. Es necesario superar estereotipos y prejuicios, asegurando que estos estudiantes sean bienvenidos y valorados en todas las etapas de la educación.

Palabras-Clave: Inclusión escolar, Enseñanza de ciencias, Discapacidad visual, Tecnologías de Asistencia, Didáctica Multisensorial.

1. Introdução

Ensinar conceitos e fenômenos científicos para estudantes cegos ou com baixa visão é um desafio inclusivo significativo (Camargo, 2016). Excluí-los do processo de ensino-aprendizagem, que se baseia em padrões para estudantes videntes, é inaceitável, especialmente considerando o aumento da presença de estudantes público-alvo da Educação Especial nas escolas brasileiras.

Segundo dados do Censo Escolar de 2022 (BRASIL, 2023) que apresenta dados entre 2018 e 2022, houve um aumento de 29,3% nas matrículas de educação especial neste período, totalizando 1,5 milhão de estudantes. Além disso, o percentual de matrículas de alunos incluídos em classes comuns aumentou gradualmente, de 92% em 2018 para 94,2% em 2022 (Brasil, 2023). No entanto, a presença destes estudantes na escola não garante automaticamente a inclusão, e compreender melhor o processo é fundamental para propor estratégias inclusivas efetivas (Camargo, 2016).

Assim, o Laboratório de Tecnologias e Inclusão da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, ministrou cursos de formação continuada para professores da rede pública e privada de 2019 a 2022. Esses cursos abordaram conceitos, fundamentos legais e aplicações práticas para o desenvolvimento de conteúdos de ciências da natureza e matemática voltados ao ensino inclusivo.

E, nesse contexto, este trabalho objetiva investigar o ensino de ciências da natureza e matemática para estudantes cegos ou com baixa visão a partir da perspectiva dos docentes atuantes na educação básica, visando identificar os conteúdos mais desafiadores e compreender os motivos dessas dificuldades no ensino de ciências da natureza e matemática.

Embora existam estudos na literatura que abordam o ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão, este trabalho apresenta uma abordagem diferenciada ao utilizar o software Iramuteq para analisar, de forma sistemática e quantitativa, as percepções de docentes sobre os desafios enfrentados nesse contexto. O uso dessa ferramenta permite identificar padrões lexicais e categorias conceituais que emergem das respostas dos professores, promovendo uma análise mais aprofundada e estatisticamente robusta das dificuldades e estratégias relatadas. Assim, o estudo não apenas amplia o entendimento das limitações percebidas, mas também oferece subsídios para o desenvolvimento de práticas pedagógicas e políticas educacionais voltadas à inclusão. Essa combinação metodológica inova ao integrar análise

textual com dados educacionais, proporcionando uma perspectiva única que complementa as abordagens qualitativas tradicionalmente adotadas nesse campo.

Para tanto, objetivos específicos também são abordados:

a. Classificar os conteúdos considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, com base nas percepções dos docentes.

b. Identificar os motivos pelos quais esses conteúdos são considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, levando em conta as experiências e conhecimentos dos docentes.

c. Especificar quais desses conteúdos são próprios da área de ciências da natureza e matemática.

2. Fundamentação teórica

Estudos recentes indicam perda de interesse dos estudantes por disciplinas científicas no Brasil e em outros países, que aumenta ao longo dos anos e se intensifica no ensino médio, devido à desconexão entre o ensinado e a realidade (Carvalho & Sasseron, 2018; Sasseron, 2015; Yamazaki et al., 2017). Estratégias dos professores, pautadas no ensino tradicional, resultam em baixo interesse e aprendizagem dos estudantes (Oliveira & Amancio, 2022).

No ensino de ciências da natureza e matemática para estudantes cegos ou com baixa visão, que dependem de recursos visuais, o cenário é mais desafiador, visto que existe a necessidade de desenvolver estratégias diferenciadas. (Dainez & Smolka, 2019).

Segundo o Decreto 5.296 (Brasil, 2004), deficientes visuais são cegos ou têm baixa visão. A cegueira é quando a acuidade visual é menor que 20/400, e a baixa visão é quando varia entre 20/70 e 20/400 (Camargo, 2012a, 2012b, 2016). Assim, entendemos ser importante que os professores conheçam as características da deficiência visual de seus alunos para desenvolver um trabalho adequado e evitar situações que possam agravar o problema.

A cegueira ou a baixa visão não são também fenômenos sociais, não apenas orgânicos. A abordagem médica simplifica ao não considerar a complexidade do fenômeno. As desvantagens e limitações no ambiente educacional não são exclusivamente responsabilidade destes indivíduos, mas sim das condições sociais que valorizam certos atributos (Camargo, 2016). Além disso, segundo Vygotsky (1997), a cegueira não é apenas uma falta de visão, mas também uma reestruturação profunda do organismo e da personalidade do indivíduo. Ela gera forças inexistentes em pessoas com visão, modifica funções do organismo e molda as características psicológicas do indivíduo.

Aspectos relacionados à aprendizagem multissensorial (Soler, 1999), desvinculando o ensino de padrões puramente visuais, são pontos importantes no trabalho e parte da teoria será melhor caracteriza na análise, ao longo da compreensão das categorias.

Considerando a inclusão como a melhor abordagem para atender às diferenças no ensino-aprendizagem, esta pesquisa busca compreender a percepção dos professores em relação aos processos de ensino e aprendizagem, especialmente no ensino de conteúdos científicos e de matemática.

3. Metodologia

A pesquisa adotou abordagem quantitativa e descritiva, utilizando métodos de análise estatística textual para investigar a inclusão escolar e a educação especial de alunos cegos ou com baixa visão, com foco nos desafios específicos do ensino de ciências e matemática. A escolha desses métodos se deve à vantagem de permitirem levantar informações com confiabilidade estatística (Demo, 2000).

As questões analisadas neste artigo estão estabelecidas no instrumento de pesquisa original da seguinte forma:

Questão 1: Pense em conteúdos curriculares que, na sua percepção, são mais difíceis de ensinar para um indivíduo cego ou com baixa visão. Cite pelo menos 5 conteúdos, apontando as dificuldades.

Questão 2: Ensinar ciências para um indivíduo cego ou com baixa visão é um grande desafio, já que o conteúdo científico, quase sempre, se ampara em forte apelo visual para ilustrar conceitos e fenômenos. Assim, dentre seus conhecimentos de ciências, cite 3 conteúdos que você entende como sendo difícil (ou impossível) de ensinar para um indivíduo cego ou com baixa visão.

Os participantes da pesquisa foram docentes que participaram dos cursos de formação continuada ministrados pelo Laboratório de Tecnologias e Inclusão da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, entre 2019 e 2022. Esses cursos abordaram conceitos, fundamentos legais e práticas voltadas para o ensino inclusivo de ciências da natureza e matemática, e os docentes foram convidados a responder as questões de pesquisa como parte de uma análise sobre o impacto e os desafios identificados em suas práticas pedagógicas. As questões de pesquisa foram elaboradas com o objetivo de captar as percepções dos docentes sobre os conteúdos mais desafiadores de ensinar e os motivos associados, sendo aplicadas em formato digital após consentimento informado.

As respostas das questões foram analisadas com o auxílio do *software* livre Iramuteq, desenvolvido por Pierre Ratinaud, que permite realizar análises estatísticas sobre corpus textuais e tabelas indivíduos/palavras (Lahlou, 2012; Ratinaud & Marchand, 2012; Camargo & Justo, 2013a, 2013b). E, todas as respostas analisadas foram obtidas mediante consentimento dos participantes, que assinaram um Termo de Esclarecimento Livre e Esclarecido, sendo tratadas de forma anônima e com a concordância dos participantes. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética (CAAE 32117014.4.0000.5504).

Essa abordagem foi escolhida para garantir a replicabilidade e a objetividade da análise, permitindo uma categorização ampla dos dados coletados. Embora a análise qualitativa de trechos específicos pudesse complementar a interpretação, optou-se por focar na robustez estatística dos resultados, deixando essa abordagem interpretativa para estudos futuros.

Método da Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

O método CHD baseia-se em matrizes e testes qui-quadrado (X^2) para identificar categorias estáveis com vocabulário semelhante, classificando o *corpus* em categorias semelhantes aos fatores da análise fatorial, agrupando palavras com base em dados e referencial teórico. Esse método permite identificar padrões e relações entre conceitos por meio da análise de vocabulário. O resultado é visualizado em um dendrograma, que representa as relações entre as categorias (Camargo & Justo, 2013a).

O nível de significância de 5% é um valor escolhido pelo pesquisador antes de realizar um teste estatístico. Ele define o limite de probabilidade abaixo do qual a hipótese nula (ou seja, a hipótese de que não há diferença significativa entre as amostras ou populações testadas) será rejeitada. Em outras palavras, se o nível de significância escolhido é de 5%, isso significa que o pesquisador está disposto a aceitar uma chance de 5% de rejeitar erroneamente a hipótese nula quando ela é realmente verdadeira.

Para inclusão das palavras nas categorias, a um nível de significância de 5%, tomaremos o p-valor < 5%. Com o p-valor for menor do que o nível de significância escolhido (5%), isso significa que há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula e concluir que há uma diferença significativa entre os dados delineados pelas respostas, corroborando com a necessidade de se evidenciar a relevância das palavras ou ST do corpus (PAIVA *et al*., 2020). Além, durante a construção das categorias, foram

excluídos artigos, preposições, contrações e pronomes, mas as respostas são analisadas integralmente (Camargo & Justo, 2013a).

3.1. Análise Fatorial de Correspondência (AFC)

A AFC mede a associação entre variáveis categorizadas no Método da CHD e as categorias são representadas em um gráfico usando frequências e valores de X^2. Esse método examina a relação de dependência entre as variáveis, com linhas e colunas representando as mesmas variáveis no gráfico observando relações com base na distância. A proximidade no gráfico indica associação entre categorias de linha ou coluna. A AFC pode ser vista como um método de decomposição da inércia total, buscando encontrar um número reduzido de dimensões que melhor representem os dados. O objetivo é encontrar a linha que melhor se ajusta aos perfis de dados, que consistem em cinco pontos. Essa linha passa pelo centroide "c", que é um ponto resumido adimensional. Se a origem do gráfico for movida para "c", a linha que melhor se ajusta é o autovetor principal da matriz assimétrica. A AFC é útil para analisar matrizes com muitos dados discretos, sem estrutura pré-definida. Na interpretação, considera-se a associação entre categorias de linha ou coluna, avaliando se podem ser combinadas ou se fornecem discriminação ao estarem separadas no espaço perceptual. A análise também estuda a associação entre categorias de linha e coluna, identificando independência em quadrantes opostos e dependência entre variáveis que compartilham a mesma linha ou coluna (Carvalho & Struchiner, 1992).

4. Análise dos dados

As respostas coletadas foram organizadas em duas grandes questões de pesquisa, e a análise permitiu identificar categorias que sintetizam as percepções dos docentes sobre o ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão. Para a questão 1, as categorias geradas incluem Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar, enquanto na questão 2, as categorias Tecnologias Assistivas, Desafio Microscópico e Conteúdos de Ciências Difíceis de Ensinar foram evidenciadas. A lógica de agrupamento baseou-se em padrões lexicais e conceituais emergentes das respostas, identificados por meio do *software* Iramuteq. As categorias refletem os principais desafios e estratégias percebidas pelos docentes, destacando a complexidade e as soluções potenciais para a inclusão educacional.

Antes de apresentar as categorias, cabe destacar que os trechos transcritos foram classificados, de forma sequencial, indicando P para representar cada professor(a), seguido pela numeração obtida por ordem de resposta, que variou de 1 a 141. Também indicamos as questões como q, seguido pelos números 1 e 2, para indicar as perguntas 1 e 2 respectivamente. Desta maneira, temos que cada transcrição obteve uma variável semelhante a P_nq_m.

4.1. Questão 1: Conteúdos difíceis de ensinar para discentes cegos ou com baixa visão na perspectiva do público-alvo

Buscando analisar o *corpus* da questão 1 de forma sistemática, as respostas foram organizadas e importadas para o *software* Iramuteq que gerou um relatório inicial, indicando que foram analisados 241 textos (*corpus* de análise, equivalente ao total de respostas), subdivididos em 466 segmentos de textos (ST) reorganizados a partir do *corpus* inicial, 2.768 formas, 14.298 ocorrências (total de palavras).

4.1.1. Classificação Hierárquica Descendente

O Iramuteq classificou 447 ST, em 10 segundos, do total de 466 ST inicialmente organizados na importação dos dados, que 95,92% de ST analisados, indicando uma análise altamente satisfatória (a literatura aponta que a CHD tem bom percentual quando contém 75% de ST analisados; alguns autores apontam aproveitamento mínimo em torno de 70%) (Camargo & Justo, 2013a).

Os critérios para a organização dos elementos em suas respectivas classes (categorias) seguiram o p-valor (p-valor), uma vez que se traduz na estatística que permite concluir pela validez da hipótese (p <5%). Assim, cada ST analisado, agrupou em média cerca de 30,68 palavras, gerando 3 categorias (gráfico 1) que foram delimitadas a partir do referencial teórico e mostrados pelo gráfico 1.

Categoria 1: Didática Multissensorial

Sentidos como a audição, o tato, o olfato e o paladar podem atuar como canais de acesso a informações importantes permitindo uma compreensão mais abrangente do ambiente e não algo estritamente visual (Soler, 1999; Ballestero-Alvarez, 2003). Como exemplo, Camargo (2016) aponta que em uma aula de campo, o aprendizado se torna mais significativo a partir do momento que o estudante consegue observar o ambiente de forma ampla, seja visualmente, sentindo cheiros, tendo sensações térmicas e de texturas, ouvindo diferentes ruídos próximos etc. e captando um maior número de informações. Nesse sentido, Ballestero-Alvarez (2003), traça como primordial a mudança de paradigma nas aulas de ciências da natureza, adotando o que ele chama de Didática Multissensorial, conceito usado para denominar essa categoria. Trechos dos dados que congregam essa categoria são apresentados na sequência.

> P121q1: [...] O processo de aprendizagem será através da integração dos sentidos: tátil cinestésico - auditivo, olfativo, gustativo, utilizando o Sistema Braille como meio principal de leitura e escrita. [...] Para o deficiente visual a experiência perceptiva [...] traduz os sentidos como uma fonte de significados [...] responsáveis pela interação do deficiente visual com o outro e seu meio social.

Esse relato destaca a importância de uma abordagem multissensorial no ensino de ciências, particularmente para estudantes cegos ou com baixa visão. Ele reflete uma percepção docente que valoriza a integração de diferentes sentidos para compensar a ausência da visão. Isso se alinha com o objetivo de criar um ensino inclusivo, onde tecnologias assistivas e estratégias intersensoriais ampliem as possibilidades de aprendizado.

> P130q1: [...] Para eles *(alunos cegos ou com baixa visão)* o imaginário através da discrição, da audição e do tato ajuda muito, apesar de não se aproximar da visão.

> P218q1: A professora terá que descrever os procedimentos para o aluno de uma forma detalhada [...]. É importante explorar o tato, o olfato e o paladar [...]. Dessa forma, o aluno passa a ser um agente participativo da aula, proporcionando o processo de aprendizagem e inclusão no ambiente de aula.

Mesmo não fazendo parte das respostas da questão 1, identificamos trechos que podem ser agregados provenientes da questão 2.

> P54q2: [...] é comprovado que os demais sentidos (olfato, tato, audição e paladar) podem também canalizar informações importantes. Aliás, pela observação multissensorial, o indivíduo pode captar mais informações que apenas pela visão.

> P95q2: Eu acho que é possível explicar qualquer conteúdo para uma pessoa cega. Basta o professor utilizar técnicas amparadas em outros sentidos. Como por exemplo o tato e a audição.

> P145q2: [...] nada seria impossível de ensinar ao cego, posso trazer vários materiais para a aula onde a pessoa usaria seu tato para identificar o que é.

A Didática Multissensorial promove a utilização de diversos sentidos para ampliar a captação de informações durante a observação do ambiente. Essa abordagem visa proporcionar melhores condições

para a aprendizagem, conectando os estudantes de forma mais profunda aos conteúdos científicos (Soler, 1999; Ballestero-Alvarez, 2003; Camargo, 2016).

As TA destacadas pelos docentes exemplificam soluções práticas para superar as barreiras enfrentadas por estudantes cegos ou com baixa visão. Um professor relatou que 'operações matemáticas [...] podem ser viabilizadas com o uso do soroban e materiais em 3D para simular sólidos geométricos' (P160q1), evidenciando como esses recursos podem transformar conceitos abstratos em experiências concretas e táteis. Outro docente reforçou a necessidade de múltiplas adaptações: 'É essencial adaptar os materiais com relevos, áudio de qualidade e uso de tecnologias como lupas e pranchas' (P237q1). Esses relatos indicam que as TA não apenas promovem a acessibilidade, mas também potencializam a aprendizagem, permitindo que os estudantes participem ativamente do processo educativo.

Essas percepções foram reforçadas por declarações dos participantes, que destacaram a importância de integrar múltiplos sentidos no ensino. Por exemplo, um dos professores afirmou: 'O processo de aprendizagem será através da integração dos sentidos: tátil cinestésico - auditivo, olfativo, gustativo, utilizando o Sistema Braille como meio principal de leitura e escrita.' (P121q1). Outro participante complementou: 'Para eles, o imaginário através da discrição, da audição e do tato ajuda muito, apesar de não se aproximar da visão.' (P130q1). Essas observações destacam como estratégias multissensoriais podem proporcionar uma experiência de aprendizagem mais rica e inclusiva para estudantes cegos ou com baixa visão.

Categoria 2: Tecnologias Assistivas (Recursos de Apoio)

Tecnologia Assistiva (TA) é um termo que abrange recursos e serviços que visam ampliar as habilidades funcionais de pessoas com necessidades especiais, promovendo sua independência, inclusão social e melhor qualidade de vida (Molena, 2018). Essa abordagem potencializa áreas como comunicação, mobilidade, controle do ambiente, aprendizado, interação social e trabalho, permitindo a inclusão desses indivíduos em diversos ambientes, incluindo a escola (Sartoretto & Bersch, 2017). A categoria também pode ser chamada de "Recursos de Apoio", que atua como uma mediação de conhecimentos e proporciona alternativas para eliminar barreiras à inclusão, possibilitando a participação plena dos estudantes nos processos de ensino-aprendizagem (Molena, 2018; Veer & Valsiner, 1996). Trechos selecionados destacam a importância desses recursos para promover a inclusão e superar obstáculos na educação.

> P98q1: Os conteúdos desenvolvidos para a criança com baixa visão precisam passar por adaptações para que a criança consiga desenvolver as atividades com eficácia [...]: Aumento da fonte para as atividades, gravuras e figuras aumentadas e em relevo conforme nível de dificuldade da criança, cadernos com pautas espaçadas e coloridas e [...] uso dos recursos ópticos como lupas, réguas, óculos, pranchas [...]. Com criança cega é necessário que todas as atividades sejam feitas em BRAILLE e que utiliza os recursos com máquinas, e programas de voz e outros.

> P146q1: Tem vários materiais adaptados para cego e baixa visão: reglete, lupa, máquina de braile, soroban, punção, áudio.

> P160q1: Operações matemáticas, desde que a escola conte com materiais adequados, o soroban (ábaco japonês) [...]. Células, sistema solar, eclipse, desenvolvimento embrionário [...] precisamos de muitos recursos para compensar a falta da visão do aluno, como por exemplo trabalhar com recursos em 3D, áudio de qualidade e materiais que facilitem as aulas.

Esse trecho mostra que o uso de TA, como o soroban e modelos tridimensionais, é uma solução prática mencionada pelos docentes para superar barreiras no ensino de conceitos abstratos. Este trecho reflete como as TA podem transformar desafios em oportunidades, promovendo acessibilidade e engajamento ativo dos alunos.

P237q1: [...] Gráficos: a dificuldade de espaço dificulta a compreensão dos alunos, devem ser feitos em relevo e recursos tecnológicos [...].

As respostas dos participantes reforçam a importância das TA no processo de ensino inclusivo.

Os relatos apresentados neste categoria reforçam que as TA desempenham um papel central na adaptação de conteúdos científicos para estudantes cegos ou com baixa visão. O uso de materiais específicos, como o soroban para a matemática e modelos tridimensionais, exemplifica como conceitos abstratos podem ser traduzidos em experiências tangíveis e acessíveis. Além disso, a ênfase em áudio de qualidade e recursos como lupas e pranchas destaca a necessidade de um planejamento pedagógico que integre diferentes tecnologias para atender às demandas específicas de cada estudante. Essas estratégias, conforme apontado pelos docentes, não apenas facilitam o aprendizado, mas também promovem maior autonomia e inclusão no ambiente educacional.

Categoria 3: Conteúdos difíceis de ensinar

O senso comum aponta que diversos conteúdos, segundo perspectiva dos respondentes, são impossíveis para um indivíduo cego ou baixa visão aprender. Nesse sentido, essa categoria reúne respostas diversas, não focando somente em conteúdos de ciências da natureza e matemática, que é o foco deste trabalho. Assim, foi possível fazer um levantamento de como os professores percebem o processo de ensino-aprendizagem para esse público.

Os relatos ilustram a centralidade dos recursos visuais no ensino de ciências e os desafios que eles apresentam para estudantes cegos ou com baixa visão. No caso dos gráficos, a ausência de adaptações adequadas compromete a acessibilidade dos dados, dificultando a análise e a interpretação. Quanto ao estudo dos sistemas corporais, a integração visual das partes anatômicas é frequentemente essencial para a compreensão holística, o que apresenta uma barreira significativa para esses alunos.

Apesar dessas dificuldades, as respostas também sugerem caminhos para superação. O uso de tecnologias assistivas, como gráficos táteis e descrições detalhadas, aliado à aplicação de estratégias multissensoriais, pode tornar esses conteúdos mais acessíveis. Por exemplo, a criação de modelos tridimensionais de órgãos ou a utilização de áudio-descrições detalhadas são alternativas viáveis para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais ampla e significativa dos conceitos.

Abaixo seguem transcrições que corroboram com a organização desta categoria organizadas em agrupamentos menores, usando as áreas de conhecimentos da BNCC (Brasil, 2018) (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas).

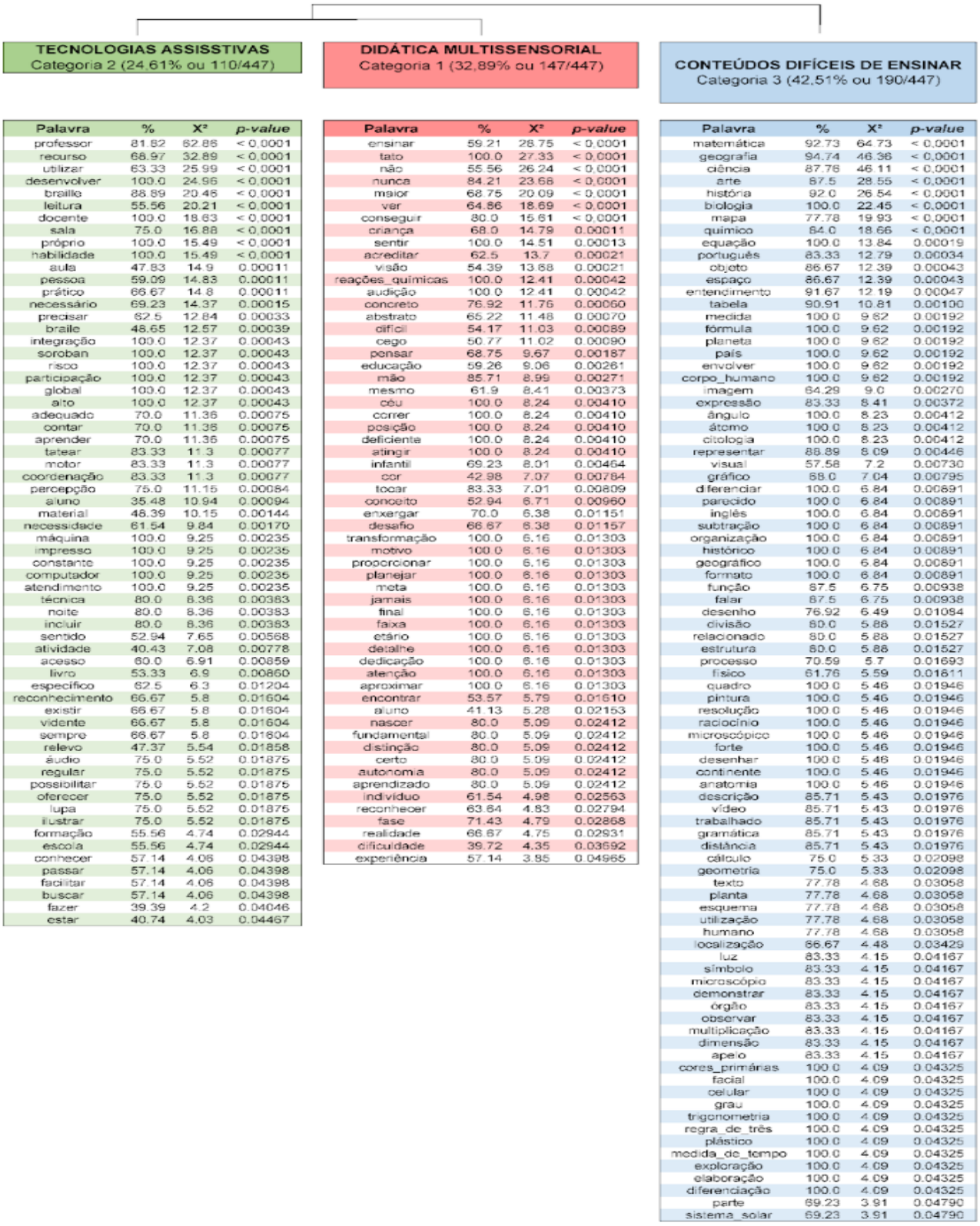
Linguagens

P4q1: [...] exibir clipes musicais relacionados com os temas trabalhados [...].

P12q1: Na língua portuguesa: transmitir a ironia, explicar divisão gramatical, estrutura e formação de palavras. Ensinar através de mapa mental na lousa [...].

P37q1: [...] pensando na aquisição da consciência corporal [...], a ausência da visão ou parte dela provavelmente atrapalharia nas referências de esquema corporal. Conteúdos como lutas, esportes (vôlei, basquete, handebol e futebol), ginástica e danças que exigem movimento corporal devem ser trabalhados de forma diferenciada pois a visão seria um alicerce para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem e a falta dela pode dificultar a assimilação desses movimentos específicos.

P43q1: [...] leitura e interpretação de imagens [...] impressas nos livros e não em alto-relevo. Participação em aulas de teatro, ao saber o posicionamento das personagens no palco, [...] os componentes do cenário. Aulas de informática, as posições de cada letra no teclado, assim como as outras teclas ao digitar uma busca em um site de pesquisa, bem como jogos educativos online, onde deve se clicar com o cursor [...].



Palavra	%	X²	*p-value*
professor	81.82	62.86	< 0.0001
recurso	68.97	32.89	< 0.0001
utilizar	63.33	25.99	< 0.0001
desenvolver	100.0	24.96	< 0.0001
braille	88.89	20.46	< 0.0001
leitura	55.56	20.21	< 0.0001
docente	100.0	18.63	< 0.0001
sala	75.0	16.88	< 0.0001
próprio	100.0	15.49	< 0.0001
habilidade	100.0	15.49	< 0.0001
aula	47.83	14.9	0.00011
pessoa	59.09	14.83	0.00011
prático	66.67	14.8	0.00011
necessário	69.23	14.37	0.00015
precisar	62.5	12.84	0.00033
braile	48.65	12.57	0.00039
integração	100.0	12.37	0.00043
soroban	100.0	12.37	0.00043
risco	100.0	12.37	0.00043
participação	100.0	12.37	0.00043
global	100.0	12.37	0.00043
alto	100.0	12.37	0.00043
adequado	70.0	11.36	0.00075
contar	70.0	11.36	0.00075
aprender	70.0	11.36	0.00075
tatear	83.33	11.3	0.00077
motor	83.33	11.3	0.00077
coordenação	83.33	11.3	0.00077
percepção	75.0	11.15	0.00084
aluno	35.48	10.94	0.00094
material	48.39	10.15	0.00144
necessidade	61.54	9.84	0.00170
máquina	100.0	9.25	0.00235
impresso	100.0	9.25	0.00235
constante	100.0	9.25	0.00235
computador	100.0	9.25	0.00235
atendimento	100.0	9.25	0.00235
técnica	80.0	8.36	0.00383
noite	80.0	8.36	0.00383
incluir	80.0	8.36	0.00383
sentido	52.94	7.65	0.00568
atividade	40.43	7.08	0.00778
acesso	60.0	6.91	0.00859
livro	53.33	6.9	0.00860
específico	62.5	6.3	0.01204
reconhecimento	66.67	5.8	0.01604
existir	66.67	5.8	0.01604
vidente	66.67	5.8	0.01604
sempre	66.67	5.8	0.01604
relevo	47.37	5.54	0.01858
áudio	75.0	5.52	0.01875
regular	75.0	5.52	0.01875
possibilitar	75.0	5.52	0.01875
oferecer	75.0	5.52	0.01875
lupa	75.0	5.52	0.01875
ilustrar	75.0	5.52	0.01875
formação	55.56	4.74	0.02944
escola	55.56	4.74	0.02944
conhecer	57.14	4.06	0.04398
passar	57.14	4.06	0.04398
facilitar	57.14	4.06	0.04398
buscar	57.14	4.06	0.04398
fazer	39.39	4.2	0.04046
estar	40.74	4.03	0.04467

Palavra	%	X²	*p-value*
ensinar	59.21	28.75	< 0.0001
tato	100.0	27.33	< 0.0001
não	55.56	26.24	< 0.0001
nunca	84.21	23.68	< 0.0001
maior	68.75	20.09	< 0.0001
ver	64.86	18.69	< 0.0001
conseguir	80.0	15.61	< 0.0001
criança	68.0	14.79	0.00011
sentir	100.0	14.51	0.00013
acreditar	62.5	13.7	0.00021
visão	54.39	13.68	0.00021
reações_químicas	100.0	12.41	0.00042
audição	100.0	12.41	0.00042
concreto	76.92	11.76	0.00060
abstrato	65.22	11.48	0.00070
difícil	54.17	11.03	0.00089
cego	50.77	11.02	0.00090
pensar	68.75	9.67	0.00187
educação	59.26	9.06	0.00261
mão	85.71	8.99	0.00271
mesmo	61.9	8.41	0.00373
céu	100.0	8.24	0.00410
correr	100.0	8.24	0.00410
posição	100.0	8.24	0.00410
deficiente	100.0	8.24	0.00410
atingir	100.0	8.24	0.00410
infantil	69.23	8.01	0.00464
cor	42.98	7.07	0.00784
tocar	83.33	7.01	0.00809
conceito	52.94	6.71	0.00960
enxergar	70.0	6.38	0.01151
desafio	66.67	6.38	0.01157
transformação	100.0	6.16	0.01303
motivo	100.0	6.16	0.01303
proporcionar	100.0	6.16	0.01303
planejar	100.0	6.16	0.01303
meta	100.0	6.16	0.01303
jamais	100.0	6.16	0.01303
final	100.0	6.16	0.01303
faixa	100.0	6.16	0.01303
etário	100.0	6.16	0.01303
detalhe	100.0	6.16	0.01303
dedicação	100.0	6.16	0.01303
atenção	100.0	6.16	0.01303
aproximar	100.0	6.16	0.01303
encontrar	53.57	5.79	0.01610
aluno	41.13	5.28	0.02153
nascer	80.0	5.09	0.02412
fundamental	80.0	5.09	0.02412
distinção	80.0	5.09	0.02412
certo	80.0	5.09	0.02412
autonomia	80.0	5.09	0.02412
aprendizado	80.0	5.09	0.02412
indivíduo	61.54	4.98	0.02563
reconhecer	63.64	4.83	0.02794
fase	71.43	4.79	0.02868
realidade	66.67	4.75	0.02931
dificuldade	39.72	4.35	0.03692
experiência	57.14	3.85	0.04965

Palavra	%	X²	*p-value*
matemática	92.73	64.73	< 0.0001
geografia	94.74	46.36	< 0.0001
ciência	87.76	46.11	< 0.0001
arte	87.5	28.55	< 0.0001
história	92.0	26.54	< 0.0001
biologia	100.0	22.45	< 0.0001
mapa	77.78	19.93	< 0.0001
químico	84.0	18.66	< 0.0001
equação	100.0	13.84	0.00019
português	83.33	12.79	0.00034
objeto	86.67	12.39	0.00043
espaço	86.67	12.39	0.00043
entendimento	91.67	12.19	0.00047
tabela	90.91	10.81	0.00100
medida	100.0	9.62	0.00192
fórmula	100.0	9.62	0.00192
planeta	100.0	9.62	0.00192
país	100.0	9.62	0.00192
envolver	100.0	9.62	0.00192
corpo_humano	100.0	9.62	0.00192
imagem	64.29	9.0	0.00270
expressão	83.33	8.41	0.00372
ângulo	100.0	8.23	0.00412
átomo	100.0	8.23	0.00412
citologia	100.0	8.23	0.00412
representar	88.89	8.09	0.00446
visual	57.58	7.2	0.00730
gráfico	68.0	7.04	0.00795
diferenciar	100.0	6.84	0.00891
parecido	100.0	6.84	0.00891
inglês	100.0	6.84	0.00891
subtração	100.0	6.84	0.00891
organização	100.0	6.84	0.00891
histórico	100.0	6.84	0.00891
geográfico	100.0	6.84	0.00891
formato	100.0	6.84	0.00891
função	87.5	6.75	0.00938
falar	87.5	6.75	0.00938
desenho	76.92	6.49	0.01084
divisão	80.0	5.88	0.01527
relacionado	80.0	5.88	0.01527
estrutura	80.0	5.88	0.01527
processo	70.59	5.7	0.01693
físico	61.76	5.59	0.01811
quadro	100.0	5.46	0.01946
pintura	100.0	5.46	0.01946
resolução	100.0	5.46	0.01946
raciocínio	100.0	5.46	0.01946
microscópico	100.0	5.46	0.01946
forte	100.0	5.46	0.01946
desenhar	100.0	5.46	0.01946
continente	100.0	5.46	0.01946
anatomia	100.0	5.46	0.01946
descrição	85.71	5.43	0.01976
vídeo	85.71	5.43	0.01976
trabalhado	85.71	5.43	0.01976
gramática	85.71	5.43	0.01976
distância	85.71	5.43	0.01976
cálculo	75.0	5.33	0.02098
geometria	75.0	5.33	0.02098
texto	77.78	4.68	0.03058
planta	77.78	4.68	0.03058
esquema	77.78	4.68	0.03058
utilização	77.78	4.68	0.03058
humano	77.78	4.68	0.03058
localização	66.67	4.48	0.03429
luz	83.33	4.15	0.04167
símbolo	83.33	4.15	0.04167
microscópio	83.33	4.15	0.04167
demonstrar	83.33	4.15	0.04167
órgão	83.33	4.15	0.04167
observar	83.33	4.15	0.04167
multiplicação	83.33	4.15	0.04167
dimensão	83.33	4.15	0.04167
apelo	83.33	4.15	0.04167
cores_primárias	100.0	4.09	0.04325
facial	100.0	4.09	0.04325
celular	100.0	4.09	0.04325
grau	100.0	4.09	0.04325
trigonometria	100.0	4.09	0.04325
regra_de_três	100.0	4.09	0.04325
plástico	100.0	4.09	0.04325
medida_de_tempo	100.0	4.09	0.04325
exploração	100.0	4.09	0.04325
elaboração	100.0	4.09	0.04325
diferenciação	100.0	4.09	0.04325
parte	69.23	3.91	0.04790
sistema_solar	69.23	3.91	0.04790

Gráfico 1. Dendrograma da análise da questão 1. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

P15q1: [...] Leitura e interpretação de Histórias em Quadrinhos: apesar da possibilidade de leitura por outra pessoa com entonação adequada, [...] é preciso ter acesso à imagem para que o humor faça sentido [...].

P205q1: [...] reconhecer o semblante de um colega, se triste ou alegre, certas brincadeiras. [...] a observação através do olhar que é muito importante pra se aprender, entender, reconhecer o semblante das pessoas e outras [...].

P224q1: [...] Trabalhar conceitos como amor e saudade também não é tarefa fácil, uma vez que existe grande dificuldade em ensinar conceitos abstratos.

Matemática

P8q1: Trigonometria, equações de 1º grau, geometria, geometria espacial, inglês. No inglês teria dificuldade de trabalhar a escrita e em matemática penso ser difícil demonstrar os teoremas, explicar as resoluções de equações.

P11q1: Funções, equações, inequações, matriz, determinantes [...].

P15q1: Análise e interpretação de gráficos e tabelas: geralmente [...] encontram-se impressos nos livros didáticos e possuem cores, formas e tamanhos difíceis de transpor para a realidade de uma pessoa não vidente.

P93q1: [...] Formas Geométricas, Sólidos geométricos: dificuldades de apresentar as diferenças entre as figuras, sólidos e características: vértices, arestas, ângulos, etc.

Ciências da Natureza

P1q1: Cores, Brilho, Ler, sensações, velocidade.

P46q1: Ensino de conteúdos de ciências como sistema nervoso, sistema digestivo, sistema urinário, sistema circulatório. Compreender os sistemas de funcionamento do corpo humano sem ter a visão do todo integrado, como são os órgãos [...].

P75q1: [...] fenômenos da natureza, animais selvagens, sentimentos, fauna e flora.

P93q1: [...] Reação Química, água e composto efervescente, dificuldades na observação das evidências visuais e a nível microscópico dos átomos e moléculas. Genética: dificuldades para entendimento de conceitos com grande nível de abstração, que a maioria dos materiais didáticos trazem ilustrados por imagens e fotos. Citologia animal: por tratar de conceitos e aspectos microscópicos. [...]

P179q1: Formação de imagens no espelho côncavo, montagem de materiais, formação de imagem com espelhos planos, refração, dispersão e formação das cores, composição da luz branca.

Ciências Humanas

P15q1: [...] Leitura de mapas: se o material não for adaptado, o aluno que não enxerga ou tem baixa visão, terá dificuldade para compreender as divisões políticas, demarcações territoriais, principalmente pelo importante uso das cores. [...]

P59q1: [...] geografia, *trace o percurso de um ponto ao outro através da imagem*, ou ainda, em história *traga o documento de um familiar ou foto e conte a sua história* [...], para uma professora vidente que nunca teve um aluno com essa deficiência em sua sala, qualquer atividade será um desafio, será preciso buscar alternativas para lhe garantir a aprendizagem.

P93q1: [...] Relevo: dificuldades em apresentar para o aluno cego ou de baixa-visão os conceitos que diferem os diferentes tipos de solo: planície, planalto, depressão, serras, morros, picos, etc. [...]

P143q1: Os conteúdos de História são mais difíceis de ensinar através de outros sentidos além da visão e audição, acredito que se tornem maçantes. Os conteúdos de Psicologia e Filosofia também me parecem apresentar alguma dificuldade pelo seu caráter subjetivo e dificuldade em oferecer diversidade em sua apresentação.

P223q1: [...] Mapas: Analisar diferenças em mapas antigos como fonte de documentos históricos [...].

Essa categorização é útil para compreender os obstáculos específicos encontrados no processo de ensino desses conteúdos para estudantes cegos ou com baixa visão. Muitos dos conceitos indicados podem ser ensinados considerando aspectos multissensoriais e esse ponto será abordado nas reflexões finais, visto que não apareceram nas respostas apresentadas pelos docentes.

Os professores destacaram que determinados conteúdos de ciências, como fenômenos ópticos e reações químicas, apresentam desafios significativos devido à sua forte dependência de representações visuais. Um professor questionou: 'Como ensinar a formação de imagens com espelhos ou dispersão da luz a um aluno cego?' (P122q2). Outro destacou: 'Reações químicas dependem de observar as mudanças de cor ou efervescência, o que é difícil de adaptar.' (P158q2).

Esses relatos ilustram que, embora esses temas sejam intrinsecamente visuais, é possível abordar as dificuldades com estratégias inovadoras. Por exemplo, a formação de imagens pode ser explicada por meio de modelos táteis que simulem os comportamentos de raios de luz em espelhos e lentes. Reações químicas podem ser adaptadas utilizando descrições detalhadas de sons, temperaturas e texturas percebidas durante os experimentos. Tecnologias assistivas, como sensores que convertem variações de cor em sinais sonoros, também podem auxiliar na acessibilidade de conteúdos.

Assim, ao integrar abordagens multissensoriais e recursos tecnológicos, os professores podem proporcionar experiências que, embora diferentes da visualização direta, permitam aos estudantes cegos uma compreensão significativa dos fenômenos científicos.

4.1.2. Análise Fatorial de Correspondência

A AFC gerou dois gráficos (sobrepostos no gráfico 2), contendo as 3 categorias encontradas. Desses gráficos, o primeiro, maior, no plano do fundo, destaca as palavras de cada categoria, variando o tamanho da fonte conforme a representatividade da variável (palavra). Já o gráfico menor, sobreposto no canto superior direito, representa os centros de massa de cada categoria, que facilita a análise de dependência ou independência das mesmas (tabela 1).

Conjunto I: A categoria 1 (Multissensorialidade), no quadrante inferior esquerdo, e a categoria 2 (Tecnologias Assistivas), no quadrante superior esquerdo, estão alinhadas na vertical, o que mostra que possuem dependência por estarem na mesma vertical. Todavia, trata-se de dependência moderada, já que cada uma encontra-se em um quadrante. Dessa forma, são 2 extremos que complementam uma mesma percepção. Ao mesmo tempo que os sujeitos entrevistados entendem que atividades e/ou conteúdos multissensoriais podem auxiliar no processo de ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão, também entendem que isso só é possível mediante utilização de tecnologias assistivas.

Conjunto II: A categoria 3 (Conteúdos difíceis de ensinar), está isolada, no lado direito do gráfico, com metade dos termos ocupando o quadrante superior direito e a outra metade ocupando o quadrante inferior direito. Essa categoria é independente em relação às categorias 1 e 2, subsequentemente. A categoria 3, por si, significa que o público-participante não encontra solução para o ensino dos conteúdos que estão englobados nessa categoria (matemática, geografia, ciência, arte, história, biologia, mapa, equação, fórmula, planeta, corpo humano, imagem, expressão (matemática), ângulo, átomo, citologia, gráfico, subtração, função (matemática), etc.). Português, história, biologia também apareceram com destaque, assim como ciências, que aparece como terceiro termo mais frequente. Alguns trechos transcritos ilustram a análise:

P10q1: [...] ciências algumas interações são somente visuais. [...]

P20q1: Conteúdos de ciências que tem muito apoio visual para o entendimento [...].

P30q1: A linguagem, comunicação, as expressões culturais e artísticas são eminentemente visuais. Exemplos [...] Ciências Naturais: leitura e compreensão de formas dos objetos das Ciências Naturais: dificuldade pois são amplamente visuais [...].

P40q1: Matemática, Biologia, Física, Ciências, Geografia, são conteúdos onde as imagens já ensinam em 50% [...].

P54q1: Alguns conteúdos de Ciências seriam desafiadores no processo de ensino aos indivíduos cegos ou com baixa visão, porque comumentemente são ensinados a partir de um forte apelo visual. [...].

P63q1: [...] Ciências: diferenciar anfíbios [...].

Tabela 1. Associações da AFC: questão 1

Conjunto	Categorias	Associação	Nível de Intensidade
I	1 e 2	Dependência	Moderada
II	2 e 3 1 e 3	Independência	

Fonte: Elaborado pelos autores.

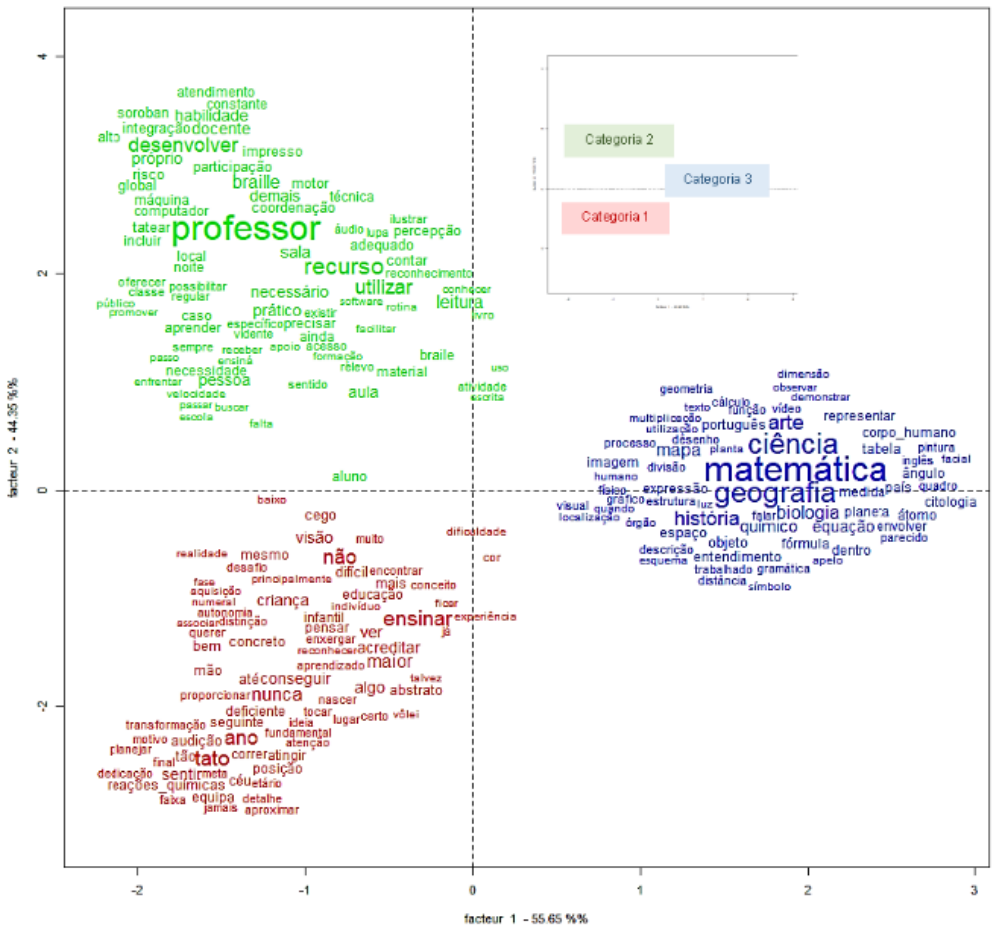


Gráfico 2. Análise Fatorial de Correspondência para a questão 1. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

4.2. Questão 2: Conteúdos de Ciências da Natureza difíceis de ensinar para discentes cegos ou com baixa visão na perspectiva do público-alvo

As respostas foram organizadas e importadas para o *software* Iramuteq, gerando um relatório inicial, indicando que foram analisados 241 textos (*corpus* de análise, equivalente ao total de respostas), subdivididos em 309 segmentos de textos (ST) reorganizados a partir do *corpus* inicial, 1.629 formas, 6.333 ocorrências (total de palavras).

4.2.1. Classificação Hierárquica Descendente

O Iramuteq classificou 238 ST, em 8 segundos, do total de 309 ST inicialmente organizados na importação dos dados. Isso representa 77,02% de ST analisados, indicando uma análise altamente satisfatória, já que a literatura aponta que a CHD tem bom percentual quando contém 75% de ST analisados (alguns autores apontam aproveitamento mínimo em torno de 70%) (Camargo & Justo; 2013a). Os critérios para a organização dos elementos em suas respectivas categorias seguiram 3 parâmetros: frequência, valor do X2 e o p-valor (p-valor) e cada ST analisado, agrupou em média cerca de 20,495 palavras, gerando 3 categorias (gráfico 3) delimitadas e fundamentadas no referencial teórico. Para cada categoria, analisou-se a associação da palavra com a classe através da observação do X2, aceitando valores iguais ou superiores a 3,841, e tomando o grau de liberdade 1 e significância de 95% (Costa, 2005; Levin & Fox, 2004).

Categoria 1: Tecnologias Assistivas (Recursos de Apoio)

Muitos depoimentos apontam que tecnologias assistivas, ou como a maioria chama, recursos de apoio, são fundamentais no auxílio do ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão. Na sequência segue trecho que corrobora com essa afirmação.

> P98q2: O material deve ser transformado em braile, fazer uso de reglete, voxdox, máquinas de datilografar, autotradução, audiodescrição, imagens com relevo e outros, já para a criança com baixa visão, como cores, fontes negritadas, lupas, réguas, caderno com pauta dupla, espaçamento e escurecimento, entre outros.

Essa categoria já definida anteriormente, voltou a aparecer na análise da segunda questão.

Categoria 2: Desafio microscópico

O *software* agrupou em uma categoria, respostas relacionadas com conteúdos que abordam o ensino de fenômenos e conceitos microscópicos. A maioria das falas, dentre as quais algumas são transcritas na sequência, apontam que a utilização do microscópio é impossível para um estudante cego ou com baixa visão.

> P21q2: Experiência com microscópio: utilizar o microscópio em experiências com as crianças cegas é difícil pois ela não poderá visualizar o resultado assim como as outras [...].
>
> P31q2: Todo o conteúdo é bastante complicado de se ensinar com verdadeira eficácia, mesmo que ilustrados em relevo. Mas, acredito que células, membranas, órgãos (tanto origem animal quanto vegetal) é difícil por se tratar de algo difícil se distinguir através do tato [...]. Lembrando que há como adaptar, porém não se obtém o aprendizado significativo esperado. [...]
>
> P43q2: [...] nos anos finais do Ensino Fundamental I, ao estudarmos sobre vírus, protozoários, fungos e bactérias acredito ser um tema bem complexo, que exigirá do professor um esforço e empenho maior, uma vez que a análise de imagens é uma prática frequente nessas aulas. A explicação e descrição do formato desses microrganismos,

que muitos só conseguem ser vistos com o auxílio do microscópio, o que gera uma dificuldade ainda maior, sua função no meio ambiente, os benefícios e malefícios que causam aos seres vivos. [...].

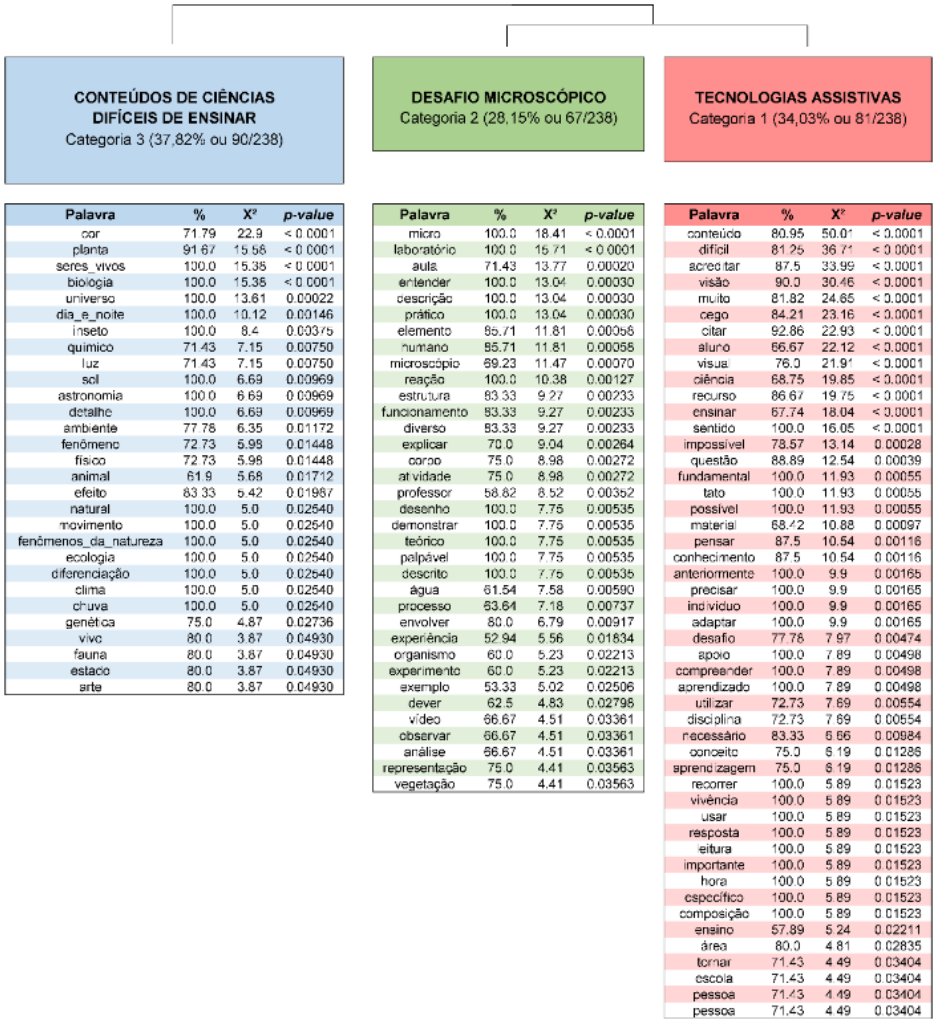
P85q2: Bactérias, água e suas impurezas [...].

P136q2: [...] Trabalhar ciências biológicas pode soar impossível se o assunto é representar os micro-organismos, que são visíveis por recursos visuais, não são palpáveis. [...]

P142q2: Átomos, Energia [...].

153q2: Circulação sanguínea, Átomos, Células.

P208q2: Como ensinar os diferentes tipos de micro-organismos. Diferenças em sua morfologia. Fatores que interferem no desenvolvimento como ph atividade de água e temperatura, por exemplo.



Palavra	%	X²	*p-value*
cor	71.79	22.9	< 0.0001
planta	91.67	15.56	< 0.0001
seres_vivos	100.0	15.35	< 0.0001
biologia	100.0	15.35	< 0.0001
universo	100.0	13.61	0.00022
dia_e_noite	100.0	10.12	0.00146
inseto	100.0	8.4	0.00375
químico	71.43	7.15	0.00750
luz	71.43	7.15	0.00750
sol	100.0	6.69	0.00969
astronomia	100.0	6.69	0.00969
detalhe	100.0	6.69	0.00969
ambiente	77.78	6.35	0.01172
fenômeno	72.73	5.98	0.01448
físico	72.73	5.98	0.01448
animal	61.9	5.68	0.01712
efeito	83.33	5.42	0.01987
natural	100.0	5.0	0.02540
movimento	100.0	5.0	0.02540
fenômenos_da_natureza	100.0	5.0	0.02540
ecologia	100.0	5.0	0.02540
diferenciação	100.0	5.0	0.02540
clima	100.0	5.0	0.02540
chuva	100.0	5.0	0.02540
genética	75.0	4.87	0.02736
vivo	80.0	3.87	0.04930
fauna	80.0	3.87	0.04930
estado	80.0	3.87	0.04930
arte	80.0	3.87	0.04930

Palavra	%	X²	*p-value*
micro	100.0	18.41	< 0.0001
laboratório	100.0	15.71	< 0.0001
aula	71.43	13.77	0.00020
entender	100.0	13.04	0.00030
descrição	100.0	13.04	0.00030
prático	100.0	13.04	0.00030
elemento	85.71	11.81	0.00056
humano	85.71	11.81	0.00056
microscópio	89.23	11.47	0.00070
reação	100.0	10.38	0.00127
estrutura	83.33	9.27	0.00233
funcionamento	83.33	9.27	0.00233
diverso	83.33	9.27	0.00233
explicar	70.0	9.04	0.00264
corpo	75.0	8.98	0.00272
atividade	75.0	8.98	0.00272
professor	58.82	8.52	0.00352
desenho	100.0	7.75	0.00535
demonstrar	100.0	7.75	0.00535
teórico	100.0	7.75	0.00535
palpável	100.0	7.75	0.00535
descrito	100.0	7.75	0.00535
água	61.54	7.58	0.00590
processo	63.64	7.18	0.00737
envolver	80.0	6.79	0.00917
experiência	52.94	5.56	0.01834
organismo	60.0	5.23	0.02213
experimento	60.0	5.23	0.02213
exemplo	53.33	5.02	0.02506
dever	62.5	4.83	0.02796
vídeo	66.67	4.51	0.03361
observar	66.67	4.51	0.03361
análise	66.67	4.51	0.03361
representação	75.0	4.41	0.03563
vegetação	75.0	4.41	0.03563

Palavra	%	X²	*p-value*
conteúdo	80.95	50.01	< 0.0001
difícil	81.25	36.71	< 0.0001
acreditar	87.5	33.99	< 0.0001
visão	90.0	30.46	< 0.0001
muito	81.82	24.65	< 0.0001
cego	84.21	23.16	< 0.0001
citar	92.86	22.93	< 0.0001
aluno	66.67	22.12	< 0.0001
visual	76.0	21.91	< 0.0001
ciência	68.75	19.85	< 0.0001
recurso	86.67	19.75	< 0.0001
ensinar	67.74	18.04	< 0.0001
sentido	100.0	16.05	< 0.0001
impossível	78.57	13.14	0.00028
questão	88.89	12.54	0.00039
fundamental	100.0	11.93	0.00055
tato	100.0	11.93	0.00055
possível	100.0	11.93	0.00055
material	68.42	10.88	0.00097
pensar	87.5	10.54	0.00116
conhecimento	87.5	10.54	0.00116
anteriormente	100.0	9.9	0.00165
precisar	100.0	9.9	0.00165
indivíduo	100.0	9.9	0.00165
adaptar	100.0	9.9	0.00165
desafio	77.78	7.97	0.00474
apoio	100.0	7.89	0.00498
compreender	100.0	7.89	0.00498
aprendizado	100.0	7.89	0.00498
utilizar	72.73	7.69	0.00554
disciplina	72.73	7.69	0.00554
necessário	83.33	6.66	0.00984
conceito	75.0	6.19	0.01286
aprendizagem	75.0	6.19	0.01286
recorrer	100.0	5.89	0.01523
vivência	100.0	5.89	0.01523
usar	100.0	5.89	0.01523
resposta	100.0	5.89	0.01523
leitura	100.0	5.89	0.01523
importante	100.0	5.89	0.01523
hora	100.0	5.89	0.01523
específico	100.0	5.89	0.01523
composição	100.0	5.89	0.01523
ensino	57.89	5.24	0.02211
área	80.0	4.81	0.02835
tornar	71.43	4.49	0.03404
escola	71.43	4.49	0.03404
pessoa	71.43	4.49	0.03404
pessoa	71.43	4.49	0.03404

Gráfico 3. Dendrograma da análise da questão 2. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Categoria 3: Conteúdos de ciências difíceis de ensinar

Como apresentando nos parágrafos introdutórios, pesquisas na área apontam que são vários os desafios da educação inclusiva, e dentre eles, um dos maiores é o de ensinar conceitos e fenômenos naturais e

científicos para estudantes cegos ou com baixa visão, onde o ensino é pautado em padrões adotados para alunos videntes (Camargo, 2016). Os trechos transcritos ilustram a definição desta categoria.

> P18q2: Transformação de materiais; Mudança nos estados físicos da água. Ciclo da água.
>
> P25q2: Cores; O Universo; os Planetas.
>
> P27q2: Sistema Solar; Vírus e Bactérias; Notação Científica
>
> P35q2: Fenômenos da natureza (raio, arco-íris). Cores. Animais nocivos ou não para a saúde do ser humano (rato e hamster).
>
> P38q2: Movimento de Rotação. O universo. As fases da lua observando o céu.
>
> P54q2: Penso que seria muito difícil o ensino de conteúdos de Ótica (luz, sombra), Química (reações químicas) e Botânica (cores dos seres vivos) para indivíduos cegos ou com baixa visão [...].
>
> P63q2: Diferenciar anfíbios, pontos cardeais, tipos de vegetação.
>
> P72q2: Como falar de Luz para um aluno que não enxerga. Como falar de Cores de plantas. Como falar de Borboletas e insetos em geral.
>
> P122q2: Formação de imagem com espelhos planos, refração, dispersão da luz e formação das cores, composição da luz branca.

Esse trecho ilustra a dificuldade de ensinar conteúdos fortemente dependentes de recursos visuais, como fenômenos ópticos. Ele sugere a necessidade de estratégias inovadoras, como modelos táteis que simulem o comportamento dos raios de luz, destacando a relevância de abordagens multissensoriais e assistivas no ensino desses tópicos.

> P124q2: Dentro do meu conhecimento de ciências acredito que todo o conteúdo das aulas é difícil de serem ensinados pelo grande apelo visual que é de relevante importância para o aprendizado. Quando se é proposta uma aula em laboratório para experiência, o próprio procedimento e resultado é na sua quase totalidade visual. [...].
>
> P140q2: Conceito de eletromagnetismo, mecânica, termodinâmica [....] da ciência física são muitos difíceis de trabalhar com os alunos.
>
> P150q2: [...] Genética causaria muitas dificuldades por ser conteúdo abstrato e exigir do aluno essa abstração do conteúdo. Eletricidade e Magnetismo, ainda pelo mesmo motivo de requerer abstração e imaginação das propriedades e características. Reações Químicas por serem variáveis de acordo com os mais de 100 elementos químicos e concentrações.
>
> P158q2: [...] como poderemos ensinar o conceito de luz a um aluno cego de nascença? Precisa compreender conceitos básicos como cor, claro, escuro, brilho, sombra, e conceitos mais profundos que dependem destes primeiros. Reações Químicas: como um aluno cego pode aprender sobre o pH de uma solução? Ou pode observar a reação da corrosão dos metais expostos ao ar ou a outras substâncias? [...].
>
> P203q2: A diferença entre aracnídeos e insetos [...].

Mesmo já tendo uma categoria relacionada unicamente a conceitos científicos a nível microscópico, essa categoria foi criada porque identificamos conteúdos gerais da área de ciências da natureza e matemática presentes nas respostas investigadas.

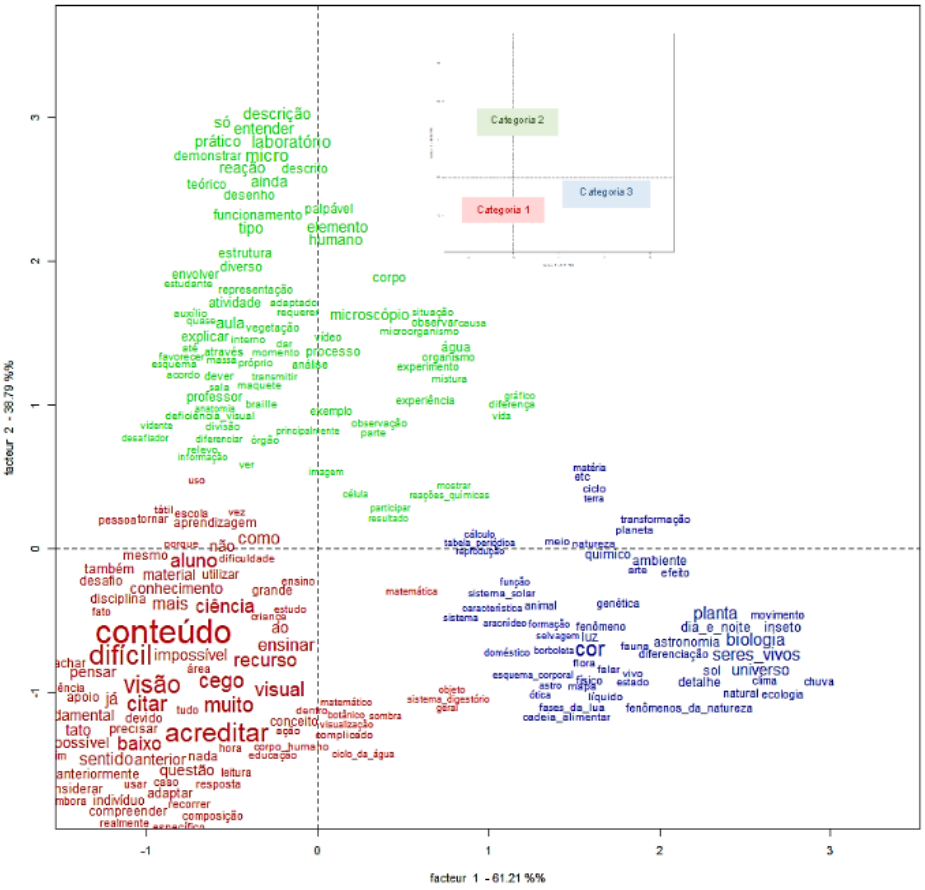


Gráfico 4. Análise Fatorial de Correspondência para a questão 4. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

4.2.2. Análise Fatorial de Correspondência

Também para a questão 2, foram gerados 2 gráficos (sobrepostos no gráfico 4), contendo as 3 categorias encontradas. O primeiro gráfico, maior, no plano do fundo, destaca as palavras de cada categoria, variando o tamanho da fonte conforme a representatividade da variável (palavra). Já o gráfico menor, sobreposto no canto superior direito, representa os centros de massa de cada categoria, que facilita a análise de dependência ou independência das mesmas conforme será apresentado na sequência (tabela 2).

Tabela 2. Associações da AFC: questão 2

Conjunto	Categorias	Associação	Nível de Intensidade
I	1 e 2 1 e 3	Dependência	Moderada
II	2 e 3	Independência	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conjunto i: A categoria 1 (Tecnologias Assistivas), no quadrante inferior esquerdo, e a categoria 2 (Desafio microscópico), no quadrante superior esquerdo, possuem centro de massa quase alinhados na mesma reta

vertical, o que mostra que possuem dependência. Todavia, trata-se de dependência moderada, já que cada uma encontra-se em quadrantes distintos. (são 2 extremos que complementam uma mesma percepção). Ao mesmo tempo que os sujeitos entrevistados entendem que as TA podem auxiliar no processo de ensino de ciências da natureza e matemática para discentes cegos ou com baixa visão, também entendem que conteúdos relacionados com conceitos e/ou fenômenos microscópicos são difíceis ou quase impossíveis de serem ensinados para o mesmo público. Também temos a dependência moderada das categorias 1 (Tecnologias Assistivas) e 3 (Conteúdos de ciências difíceis de ensinar). Essa relação tem o mesmo significado que o explicado anteriormente. De forma concomitante, o público entrevistado entende que as TA podem auxiliar no processo de ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão, sinalizando também que certos conteúdos são muito difíceis ou impossíveis de serem ensinados.

Conjunto II: Por sua vez, a categoria 3 (Conteúdos de ciências difíceis de ensinar), está isolada, no lado direito do gráfico. Essa categoria é independente em relação à categoria 2 (Desafio microscópico), evidenciando que os entrevistados entendem que existem conteúdos científicos difíceis ou impossíveis de serem ensinados para estudantes cegos ou com baixa visão (um aglomerado que se destaca dentre os conteúdos científicos são aqueles relacionados com conceitos e/ou fenômenos que abordam dimensões microscópicas).

A categoria 3, por si, significa que o público-participante não encontra solução para o ensino dos conteúdos que aí estão presentes (matemática, geografia, ciência, arte, história, biologia, mapa, equação, fórmula, planeta, corpo humano, imagem, expressão (matemática), ângulo, átomo, citologia, gráfico, subtração, função (matemática), etc.). Português, história, biologia e ciências, também apareceram com destaque. Pode-se concluir, que as respostas estavam abordando contextos gerais, conforme destacamos na sequência de transcrições:

> P136q2: Trabalhar ciências biológicas pode soar impossível se o assunto é representar os micro-organismos, que são visíveis por recursos visuais, não são palpáveis.
>
> P150q2: Ilustrar ou visualizar no microscópio são formas de facilitarem a construção de imagens mentais que potencializem a aprendizagem significativa dos conceitos. Genética causaria muitas dificuldades por ser conteúdo abstrato e exigir do aluno essa abstração do conteúdo. Eletricidade e Magnetismo, ainda pelo mesmo motivo de requerer abstração e imaginação das propriedades e características. Reações Químicas por serem variáveis de acordo com os mais de 100 elementos químicos e concentrações.
>
> P218q2: Não sou da área de ciências, mas irei responder de acordo com minhas experiências no tempo de escola. Uso de microscópio que necessita da visão para que o aluno possa observar os elementos descritos de forma teórica pelo professor; Uma aula prática em laboratório, em que o aluno deve analisar como diversos elementos reagem em contato com outros elementos. O professor teria como desafio transmitir toda a experiência para o aluno, sendo que, o momento da reação e a observação dos fatos ocorridos causa uma sensação de curiosidade e motivação para o aluno; As aulas sobre os fenômenos da natureza. [...].

Sobre os resultados encontrados, temos que as respostas da questão 1 evidenciam que as três categorias (Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar) estão intimamente relacionadas e se complementam. A Didática Multissensorial, reflete opiniões que consideram essencial para promover uma aprendizagem inclusiva e significativa, envolvendo múltiplos sentidos para ampliar a compreensão dos conteúdos e para desenvolver autonomia e interação social. Já a categoria TA mostra como os docentes consideram que elas desempenham um papel fundamental ao oferecer suporte adicional aos estudantes, eliminando barreiras e ampliando habilidades funcionais, permitindo que os estudantes acessem informações, realizem atividades e interajam com o currículo de forma mais eficiente, garantindo sua participação plena no processo educacional. Por fim, a categoria Conteúdos Difíceis de Ensinar, sintetiza conteúdos que apresentam desafios significativos para os estudantes cegos ou com baixa visão, no ponto de vista dos docentes investigados. Nesse sentido, as TA podem desempenhar um papel

crucial ao fornecer representações alternativas desses conteúdos, como descrições verbais de imagens ou versões táteis de gráficos e mapas e a Didática Multissensorial pode ser aplicada para explorar conceitos abstratos, auxiliando na compreensão desses temas complexos, auxiliando no processo de promoção de uma educação inclusiva de qualidade, proporcionando um ambiente de aprendizagem acessível, estimulante, com potencial para permitir que os estudantes superem desafios específicos e se desenvolvam acadêmica e socialmente.

A análise da questão 2 também evidencia interligação entre as categorias (Tecnologias Assistivas, Desafio microscópico e Conteúdos de ciências difíceis de ensinar) no âmbito do ensino de Ciências da Natureza e Matemática para estudantes DV. Como já destacamos, as TA fornecem recursos que permitem e facilitam o acesso às informações científicas. Mas o destaque maior fica para as outras duas categorias. Com base em avaliações advindas do senso comum, os docentes demonstram apresentar crenças em estereótipos que acabam subestimando a capacidade do estudante cego ou com baixa visão de aprender. Segundo os docentes, conteúdos relacionados com conceitos e/ou entes microscópicos, são aqueles que apresentam dificuldades específicas que devem ser enfrentadas. Segundo as opiniões avaliadas, a falta de visão direta impede ou dificulta consideravelmente o ensino e a aprendizagem de determinados conteúdos. O que não é fato. Mesmo assim, os conteúdos destacados requerem abordagens alternativas, como descrições detalhadas e o uso de modelos táteis ou sonoros para representar as estruturas microscópicas. A mesma análise também cabe à categoria Conteúdos de ciências difíceis de ensinar que abrange uma ampla gama de tópicos desafiadores. A falta de recursos visuais adequados torna esses conteúdos mais abstratos, exigindo estratégias adaptadas e recursos táteis, sonoros e verbais para facilitar a compreensão dos conceitos. Segundo os docentes, as TA desempenham um papel crucial em superar as limitações visuais, tanto no Desafio microscópico quanto no ensino de conteúdos de ciências difíceis. O uso de recursos tecnológicos adaptados, aliado a estratégias de ensino diferenciadas, permite que os estudantes acessem e compreendam fenômenos microscópicos e conceitos científicos de forma mais acessível. Nessa perspectiva, as TA podem auxiliar na superação de desafios específicos, promovendo o acesso a informações visuais e a compreensão de conteúdos complexos.

Por fim, cabe ressaltar que existe uma forte relação entre o "conhecer" e o "ver" que é amplamente aceita pela sociedade. Essa relação sugere que as duas condições estão diretamente ligadas, pois a forma como o senso comum entende os processos de ensino e aprendizagem é baseada no uso da visão como requisito fundamental.

Por outro lado, o conhecimento de conceitos científicos sobre fenômenos reais está intrinsecamente ligado a um processo de interpretação, reorganização e representação subjetiva dos significados captados. Esse processo envolve a construção de representações mentais caracterizadas pela diversidade sensorial, incluindo imagens mentais visuais, auditivas, táteis e outras modalidades sensoriais. Ao observar um fenômeno ou evento, uma pessoa recebe informações sensoriais que são interpretadas com base em seus conhecimentos prévios. Todavia, há significados que não possuem relação direta com as modalidades sensoriais. Conceitos como campo elétrico, carga elétrica e massa não podem ser empiricamente observados, pois. Nesses casos, a tentativa de criar referentes sensoriais para esses conceitos pode levar a equívocos conceituais. Portanto, é fundamental reconhecer que o conhecimento desses conceitos não requer modelos de natureza sensorial como pré-requisito para o entendimento. Assim, é essencial superar a relação entre conhecer e ver, reconhecendo que a visão não é um requisito indispensável para o entendimento de muitos fenômenos, indo além da dependência da visão como única fonte de conhecimento (Camargo, 2016; Soler, 1999).

5. Considerações finais

As categorias encontradas nesta pesquisa estão intrinsecamente relacionadas e complementam-se no contexto do ensino para estudantes cegos ou com baixa visão, contribuindo para uma educação inclusiva e de qualidade.

A Didática Multissensorial, presente no discurso de alguns respondentes, desempenha papel fundamental ao promover uma aprendizagem abrangente e significativa. Ao englobar múltiplos sentidos, como audição, tato, olfato e paladar, os docentes podem ampliar a apreensão de informações pelos discentes, proporcionando uma compreensão mais abrangente dos conteúdos. Essa abordagem facilita a internalização dos conceitos, permitindo que os estudantes explorem o ambiente de maneira interativa e participativa. A integração dos sentidos, juntamente com a utilização de TA, assume especial relevância pois fomentam a autonomia e a interação social dos alunos, visto que são ferramentas que oferecem apoio adicional aos estudantes cegos ou com baixa visão, eliminando barreiras e ampliando suas capacidades funcionais. As TA permitem que os alunos acessem informações, realizem atividades e interajam com o currículo de maneira mais eficaz, garantindo sua participação no processo educacional. De forma paralela, a abordagem multissensorial também se mostra relevante para explorar conceitos abstratos, buscando formas concretas de representação e experiência, auxiliando na compreensão desses temas complexos. Assim, os resultados aqui apresentados evidenciam a importância da inclusão e acessibilidade na educação, especialmente para estudantes cegos ou com baixa visão. Ao reconhecer a interconexão entre as categorias, é possível sugerir que o ensino de ciências da natureza e matemática pode adotar abordagens mais inclusivas e efetivas para atender às necessidades desses alunos.

Quando analisamos as percepções dos docentes é possível identificar que existe uma noção de que os estudantes cegos ou com baixa visão podem não ser capazes de aprender determinados contéudos, já que consideram a visão é fundamental para a aprendizagem. Por isso é importante ressaltar que as metodologias inclusivas devem ser cada vez mais estudadas, aprimoradas e desenvolvidas nos cursos de formação de professores. Os educadores precisam ser capacitados e atualizados em práticas inclusivas e no uso de TA e, principalmente, em questões relacionadas à diversidade. É fundamental que compreendam as necessidades específicas dos estudantes e saibam trabalhar para atender a essas necessidades.

Nesse sentido nos posicionamos favorável ao direito à diferença, à diversidade e à heterogeneidade, defendendo a ideia de que processos inclusivos sejam realizados por meio de três princípios básicos: a presença do aluno cego ou com baixa visão na escola, a adaptação às particularidades de todos e a criação de condições para que todos possam participar dos processos comuns da sala de aula. Essas considerações implicam em uma relação bilateral de adequação entre o ambiente educacional e os estudantes. No processo inclusivo, as diferenças individuais devem ser reconhecidas e aceitas. E são essas diferenças que precisam se consolidar como base para a construção de abordagens metodológicas inovadoras. Não há mais lugar para segregação e exclusão. As instituições devem garantir a plena participação de todos os estudantes em qualquer processo escolar. Não é responsabilidade exclusiva do indivíduo conduzir sua jornada escolar, mas sim dos professores, gestores, alunos, futuros professores em formação, educadores em geral e da população como um todo. A conscientização e mudança de atitudes em relação à inclusão de alunos cegos ou com baixa visão precisa ocorrer.

Como já dito, alguns dados sinalizam que esse público pode não ser capaz de aprender certos conteúdos, e isso não nos parece coerente. É necessário superar estereótipos e preconceitos, garantindo que esses estudantes sejam acolhidos e valorizados em todas as etapas da educação.

Enfrentar esses desafios requer um esforço conjunto de educadores, instituições educacionais, governos e sociedade como um todo. A formação de parcerias, a alocação de recursos adequados e a promoção de

políticas inclusivas são passos importantes para garantir uma educação acessível e de qualidade para todos, independentemente de sua condição visual.

6. Referencias

Ballestero-Alvarez, J. A. (2003). *Multissensorialidade no ensino de desenho a cegos*. (Dissertação de Mestrado). Escola de Comunicações e Artes, Universidade Estadual de São Paulo.

Brasil. Casa Civil. (2004). *Decreto nº 5.296 de 2 de Dezembro de 2004*. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm.

Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2023). *Censo da educação básica 2022: resumo técnico*. Brasília: Inep.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular - A Educação é a Base*. Etapa do Ensino Médio. Brasília. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013a). *IRAMUTEQ: Um Software Gratuito para Análise de Dados Textuais*. Temas em Psicologia, 21(2), 513-518.

Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013b). *Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ*. Florianopolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina.

Camargo, E. P. (2016). *Saberes docentes mobilizados nos contextos da formação em licenciatura em física e dos estudantes com e sem deficiência visual*. (Tese de livre-docência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/143042.

Camargo, E. P. (2012a). *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física* (1st ed., Vol. 1). São Paulo, Brazil: Unesp.

Camargo, E. P. (2012b). O Perceber e o Não Perceber: algumas reflexões acerca do que conhecemos por meio de diferentes formas de percepção. In E. F. S. Masini (Org.), *Perceber: raíz do conhecimento*. São Paulo: Vetor.

Carvalho, A. M. P., & Sasseron, L. H. (2018). Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. *Estudos Avançados*, 32(94), 43-55.

Carvalho, M. S., & Struchiner, C. J. (1992). Análise de Correspondência: Uma Aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. *Caderno de Saúde Pública*, 8(3), 284-301.

Costa, S. (2005). A formação do professor e suas implicações éticas e estéticas. Psicopedagogia online. *Educação e saúde mental*. Disponível em: http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=567.

Dainez, D., & Smolka, A. L. B. (2019). A função social da escola em discussão, sob a perspectiva da educação inclusiva. *Educação e Pesquisa*, 45, e188816.

Demo, P. (2000). *Metodologia do Conhecimento Científico*. São Paulo: Atlas.

Lahlou, S. (2012). Text Mining Methods: An answer to Chartier and Meunier. *Papers on Social Representations*, 20(38), 1-7.

Levin, J., & Fox, J. A. (2004). *Estatística para ciências humanas*. São Paulo: Pearson.

Molena, J. C. (2018). *Ensino de Química para alunos com Deficiência Visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, campus Araras.

Oliveira, C. A., & de Souza Amancio, J. R. (2022). Experiências Formativas Potencializadas Pelas Tecnologias Digitais Nas Aulas De Matemática. *Revista Docência e Cibercultura*, 6(3), 165-179.

Paiva, L. E. B. *et al*.. Planned behavior and religious beliefs as antecedents to entrepreneurial intention: a study with university students. **RAM. Revista de Administração Mackenzie,** v. 21, n. 2, p. eRAMG200022, 2020.

Ratinaud, P., & Marchand, P. (2012). Application de la méthode ALCESTE à de “gros” corpus et stabilité des “mondes lexicaux” : analyse du “CableGate” avec IraMuTeQ. In *Actes des 11eme Journées internationales d’Analyse statistique des Données Textuelles*. 11eme Journées internationales d’Analyse statistique des Données Textuelles. Liège, JADT 2012, 835–844.

Sartoretto, M. L., & Bersch, R. (s.d.). *Assistiva Tecnologia e Educação*. Disponível em: http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html.

Sasseron, L. H. (2015). Una breve reflexión sobre la Enseñanza de la Física en la sociedad actual. *Quehacer educativo*, 19(37), 10-14.

Soler, M. A. (1999). *Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

Veer, R. V. D., & Valsiner, J. (1996). Defectologia. In R. V. D. Veer & J. Valsiner (Eds.), *Vygotsky: uma síntese* (pp. 73-92). São Paulo: Edições Loyola.

Vigotski, L. S. (1997). *Obras Escogidas: V Fundamentos de Defectología*. Editora Aprendizaje Visor. 2ª ed. Madrid, p.391.

Yamazaki, S. C., Angotti, J. A. P., & Delizoicov, D. (2017). Aprender como Ensinar Física através do Livro Texto de Ciclo Básico Universitário: um Fenômeno Didático em questão. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 13(28), 5-22.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21010

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Crónica de Experiencia

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON ENFOQUE STEAM; UNA EXPERIENCIA DE INTEGRACIÓN ENTRE MATEMÁTICAS, CIENCIAS NATURALES Y ARTES

PROJECT-BASED LEARNING WITH A STEAM APPROACH: AN EXPERIENCE OF INTEGRATION BETWEEN MATHEMATICS, NATURAL SCIENCES, AND ARTS

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM ABORDAGEM STEAM: UMA EXPERIÊNCIA DE INTEGRAÇÃO ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIAS NATURAIS E ARTES

Ramiro Adolfo Jimenez Leal*

Jimenez R. (2025). Aprendizaje basado en proyectos con enfoque Steam; una experiencia de integración entre matemáticas, ciencias naturales y artes. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 88-101
https://doi.org/10.14483/23464712.21010

Resumen

En esta propuesta se aborda la enseñanza de los números enteros específicamente el uso de los valores negativos, ordenarlos y operarlos (suma resta multiplicación y división). Integrando con los saberes de ciencias naturales y artes aplicando la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) con enfoque STEAM (sus siglas hacen referencia a la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas). En el proceso de diseño se reconoció un problema en el proceso de aplicación del enfoque, donde se encuentran varias investigaciones con diferentes propuestas y niveles de integración, que en su mayoría se limitan a proponer actividades específicas o de realizar una integración multidisciplinaria o temática para el diseño; impidiendo reconocer un modelo o ruta de trabajo para la elaboración de una secuencia de enseñanza ABP, que impacte en los estudiantes y genere un aprendizaje significativo frente a los conocimientos de las asignaturas que se integran. Este artículo propone una alternativa de integración interdisciplinaria entre los saberes de las ciencias naturales, matemáticas y artes. La metodología aplicada es la Investigación Acción educativa, la cual parte de la planificación, mediante el dialogo interdisciplinar entre los docentes de las asignaturas que se integraron y el reconocimiento de los intereses de los estudiantes. Posteriormente, se siguen las fases de acción, observación y reflexión, en las cuales se puede reconocer el impacto que tiene la metodología que aquí se propone en los procesos de enseñanza, específicamente delas matemáticas; y como la innovación en el aula desde este tipo de propuestas educativas, se manifiesta y al mismo tiempo posibilita alcanzar los cambios y/o transformaciones que se requieren, generando un mayor impacto en el

Recibido: 11 de agosto de 2023, aceptado: 09 de septiembre de 2024

* Magister para la educación y la innovación para las ciudadanías. IED La paz sede B, Colombia. ramiro.jimenez547@educacionbogota.edu.co, https://orcid.org/0009-0009-2486-021X

aprendizaje de los estudiantes, promoviendo de este modo las competencias y habilidades que demanda la sociedad actual.

Palabras clave: Integración interdisciplinaria, investigación acción educativa, creatividad, innovación, trabajo en equipo.

Abstract

This proposal addresses the teaching of integers, specifically the use of negative values, their ordering, and operations (addition, subtraction, multiplication, and division). It integrates knowledge from natural sciences and arts, applying the project-based learning (PBL) methodology with a STEAM approach (an acronym referring to the integration of science, technology, engineering, arts, and mathematics). During the design process, a challenge in applying this approach was identified. Several studies present different proposals and levels of integration, most of which are limited to suggesting specific activities or multidisciplinary or thematic integration for design. This limitation prevents the recognition of a structured model or work path for developing a PBL teaching sequence that impacts students and generates meaningful learning concerning the integrated subjects. This article proposes an alternative for interdisciplinary integration between the knowledge of natural sciences, mathematics, and arts. The applied methodology is educational action research, which begins with planning through interdisciplinary dialogue between the teachers of the integrated subjects and recognition of students' interests. The process then follows the phases of action, observation, and reflection, which allow for recognizing the impact of this proposed methodology on teaching processes, specifically in mathematics. Additionally, it highlights how classroom innovation through such educational proposals manifests and, at the same time, facilitates the changes and/or transformations required to achieve a greater impact on students' learning. This promotes the skills and competencies demanded by today's society.

Keywords: Interdisciplinary integration, educational action research, creativity, innovation, teamwork.

Resumo

Esta proposta aborda o ensino dos números inteiros, especificamente o uso de valores negativos, sua ordenação e operações (adição, subtração, multiplicação e divisão). Integra conhecimentos das ciências naturais e artes, aplicando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) com abordagem STEAM (sigla que se refere à integração de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática). Durante o processo de design, foi identificado um problema na aplicação dessa abordagem. Diversas pesquisas apresentam diferentes propostas e níveis de integração, sendo que a maioria se limita a sugerir atividades específicas ou a realizar uma integração multidisciplinar ou temática para o design. Essa limitação impede o reconhecimento de um modelo estruturado ou de um caminho de trabalho para o desenvolvimento de uma sequência didática ABP que impacte os estudantes e gere uma aprendizagem significativa em relação às disciplinas integradas. Este artigo propõe uma alternativa de integração interdisciplinar entre os conhecimentos das ciências naturais, matemática e artes. A metodologia aplicada é a Pesquisa-Ação Educacional, que começa com o planejamento por meio do diálogo interdisciplinar entre os professores das disciplinas integradas e o reconhecimento dos interesses dos estudantes. Posteriormente, seguem-se as fases de ação, observação e reflexão, nas quais é possível reconhecer o impacto

da metodologia proposta nos processos de ensino, especificamente na matemática. Além disso, destaca como a inovação em sala de aula, por meio dessas propostas educacionais, se manifesta e, ao mesmo tempo, possibilita alcançar as mudanças e/ou transformações necessárias para um maior impacto na aprendizagem dos estudantes. Isso promove as competências e habilidades exigidas pela sociedade atual.

Palavras-chave: Integração interdisciplinar, pesquisa-ação educacional, criatividade, inovação, trabalho em equipe.

1. Introducción

La docencia es una profesión en el que se suele cuestionar la actualización de conocimientos y la subsecuente transformación de la práctica docente, con el objetivo de fomentar un aprendizaje con mayor significado que permita a los estudiantes una comprensión y apropiación de los conceptos a enseñar, de tal manera que puedan ser partícipes en los cambios y necesidades que presenta la sociedad. En el Colegio donde se realiza este trabajo, durante la pandemia, los estudiantes tuvieron continuidad en los procesos académicos de manera virtual, actualmente en la presencialidad (postpandemia) se ha evidenciado, dificultades en sus procesos de lectura, escritura, disposición para el trabajo en equipo, entre otros. De manera específica los estudiantes manifiestan falencias frente a la comprensión de las operaciones básicas con números enteros, al igual que en competencias como la resolución de problemas, el razonamiento, la argumentación y la comunicación.

Son entonces varias las dificultades que se han observado en el proceso académico de los estudiantes del Colegio en el regreso a la presencialidad, que, ante estas situaciones, se hace necesario pensar en estrategias de enseñanza diversas y acordes con las tendencias educativas actuales. Ya que como lo expone el Banco Mundial (2021) "A medida que el sistema escolar se estabilice, los países podrán utilizar la innovación del período de recuperación para "reconstruirse mejor" y acelerar el aprendizaje. La clave: no repetir las fallas que tenían los sistemas antes de la pandemia, sino apuntar a construir sistemas más adecuados que permitan que todos los estudiantes aprendan de manera acelerada".

Entre las alternativas educativas que actualmente se plantean en un escenario global y nacional y que recoge como uno de sus ejes centrales teóricos, se menciona que sirve como herramienta innovadora en el campo de la educación, en el que se pretende promover el pensamiento científico, crítico, desarrollo o aplicación de las matemáticas es el enfoque interdisciplinario STEAM (sus siglas hacen referencia a la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), que permite promover el trabajo en la resolución de problemas, la investigación, colaboración, liderazgo y también la creatividad e innovación; por lo que se puede tomar como una alternativa para promover las competencias y habilidades que debe adquirir un estudiante en las diferentes asignaturas que este enfoque incluye, como son las matemáticas. Sin embargo, entre las diferentes propuestas didácticas que se encuentran del enfoque STEAM, no se encuentra una ruta que oriente al docente para el diseño y elaboración que responda a las problemáticas propias de cada institución o contexto en el que se pretenda implementar.

En otros planteamientos sobre STEAM, se encuentra Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2013). Quienes argumentan que, para abordar la metodología, se debe integrar de manera significativa las materias STEAM, fomentar la colaboración y proporcionar a los estudiantes situaciones auténticas y realistas en las que participa con el contenido. Por tanto en esta propuesta se plantea una situación problema, que fue seleccionada por los estudiantes mediante voto frente a varios escenarios que fueron tomados de la página web de la National Geography educativa (https://www.nationalgeographic.org/lesson/solving-challengeing-problem/), discutida por los docentes y adaptada para la enseñanza del pensamiento

numérico (números enteros), sistemas biológicos marinos y técnicas del arte, logrando dar un contexto que fuera relevante y de interés para los estudiantes.

Es conveniente indagar y profundizar sobre el modo o ruta metodológica que se debe seguir para implementar el enfoque STEAM; de tal manera que el contexto seleccionado adquiera sentido y articule los conceptos matemáticos, de las ciencias el arte y a ingeniería. Buscando los espacios de trabajo con los docentes y al momento de realizar la integración curricular se genere una mejor comprensión del concepto de los números enteros en los estudiantes de grado sexto, identificar la incidencia que tiene este enfoque como alternativa de solución a las problemáticas que aquí se señalan.

2. Metodología

Enfoque: El enfoque implementado para este diseño metodológico es cualitativo, el cual cumple con características y procesos que inciden en el análisis de los datos, partiendo de lo propuesto por Benítez y Rosales (2021), mencionan que Investigar cualitativamente faculta descubrir y formular preguntas que ayudan a reconstruir y a comprenderla realidad que viven los sujetos. Si a esto se aúna que el observador o investigador es parte de la misma comunidad, puede entenderse por qué los estudios realizados con esta metodología son altamente efectivos. (p. 2)-

Es necesario aplicar de este enfoque de investigación, ya que, la intencionalidad por parte del investigador, se orienta hacia la transformación de sus prácticas pedagógicas con el objetivo de generar un cambio en las experiencias de aprendizaje de los estudiantes y de contribuir a las ideas de integración que el CMSB viene adelantando, generando experiencias de aprendizaje que les permita a los estudiantes de grado sexto, mejorar en sus procesos académicos, abordando las dificultades evidenciadas después del confinamiento ocasionado por el COVID 19 y que denotaron un atraso en sus procesos de escritura, resolución de problemas, entre otros.

Paradigma de investigación: El paradigma propuesto es de carácter interpretativo, que según Ricoy (2006) hace referencia a profundizar "en los diferentes motivos de los hechos. No busca la generalización, la realidad es dinámica e interactiva. Tienen en cuenta el comportamiento de los otros actuando consecuentemente desde una perspectiva holística" (p.16).

Al ser de carácter interpretativo, el proyecto busca realizar una observación y seguimiento de los momentos o fases que se propusieron para la creación e implementación de la secuencia de actividades, con el fin de realizar una lectura e interpretación del impacto y mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del grado sexto del CMSB frente a los conocimientos y competencias que se proponen en los ámbitos académicos de las matemáticas, ciencias naturales y artes.

Diseño metodológico Para la estructuración del diseño metodológico de este proyecto de investigación se toma como referente la investigación acción educativa, que en lo expuesto por Eliot (como se citó en Benitez et al 2021), la investigación-acción se relaciona con los problemas prácticos experimentados por los profesores, en vez de, con los problemas teóricos definidos por los investigadores en el entorno de una disciplina del saber. Por lo cual puede ser desarrollada por el mismo investigador o a quien él mismo delegue. Además, el término investigación- acción en educación, es un instrumento para que el docente cuestione de manera crítica y reflexiva su propia práctica docente, de tal manera que permita transformar su propuesta educativa realizando los cambios pertinentes para la interacción del estudiante con el saber que se desea impartir ya que, como lo menciona Benítez y Rosales (2021) "suele utilizarse para describir un conjunto de actividades que realiza el docente investigador en sus propias aulas con fines como: conocer y desarrollar los planes de estudio, mejorar su desempeño, reconocer los factores que intervienen en el proceso educativo, etc" (p. 4)

2.1. Fases de la investigación

Se establecen las siguientes fases para el diseño e implementación del instrumento que se plantea para esta investigación:

Planificación. En el plan se realiza la revisión o diagnóstico del problema o se plantea la idea general de la investigación. Lo expuesto por Eliot (como se citó Latorre, 2005) para investigar se debe iniciar con una "idea general cuyo propósito es mejorar o cambiar algún aspecto problemático de la práctica profesional; identificado el problema, se diagnostica y, a continuación, se plantea la hipótesis de acción estratégica".

Esta primera Fase, en el proceso de reflexión pedagógica del docente investigador, reconoce dificultades en el proceso de enseñanza de los números enteros para los estudiantes de grado sexto y busca establecer los elementos que se requieren para el diseño de la secuencia de actividades bajo el enfoque STEAM con la intención de promover la innovación en el aula para abordar las dificultades presentadas. Se traza una ruta de trabajo para el desarrollo de la secuencia de actividades, iniciando con el diálogo entre los docentes de las asignaturas de matemáticas, ciencias naturales y artes, para determinar los saberes y competencias que deben ser abordados en el segundo periodo en grado sexto. Se realiza una búsqueda de los posibles escenarios que permitan desarrollar las competencias y saberes de las tres asignaturas, así como, cumplir con las características y propiedades que debe tener una actividad de metodología ABP con enfoque STEAM, orientadas sobre elementos del campo científico, aplicando la tecnología e ingeniería para la solución de los problemas propuestos. Se identifica en una plataforma educativa de la National Geographic una serie de problemáticas y escenarios educativos estructurados para los diferentes niveles de la educación primaria, básica y media. Entre los escenarios que se encontraron, fueron: Exploración a marte construcción de una sonda espacial, adaptación de los animales marinos, la economía circular y la gran mancha del pacifico.

Se aplica un formulario para recoger los intereses, gustos o habilidades de los estudiantes, para elegir el escenario más adecuado n a sus intereses haciéndolos participes de su aprendizaje, y del proceso de planeación, las preguntas formuladas fueron:

¿Qué te gusta hacer en el tiempo libre? A esta pregunta los estudiantes respondieron con mayor recurrencia que invierten su tiempo libre en los videojuegos ya sea por celular, computador o consola.

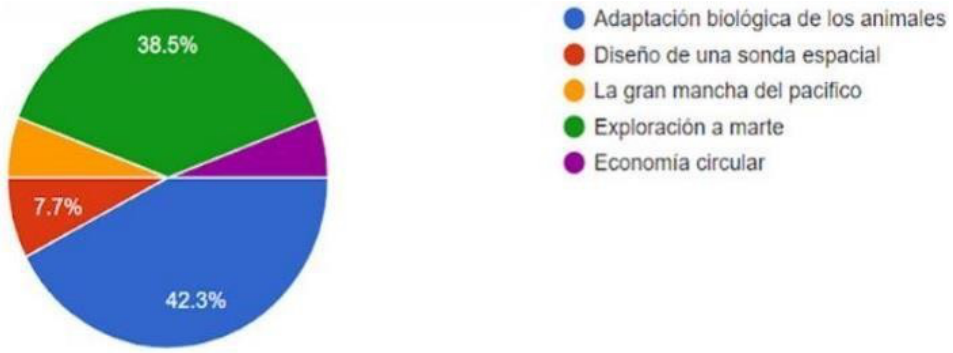
¿Cuáles consideras que son tus fortalezas académicas (Hablar en público, el cálculo mental, dibujar, escribir, la lógica, otras)? Las respuestas más comunes entre los estudiantes, fue dibujar y hacer cálculos matemáticos.

¿Cuál crees que son las problemáticas actuales que debemos prestar atención los seres humanos?

La mayoría de los estudiantes responde que la problemática a la que debemos prestar más atención es el cuidado del medio amiente y el calentamiento global.

De los siguientes temas ¿Cuál te llama más la atención? En la siguiente gráfica se presenta cual es el tema que género mayor interés entre los estudiantes para ser abordado en las clases.

Figura 1. Encuesta aplicada a los estudiantes para la elección del escenario de aprendizaje



Fuente: gráfico generado por google forms

Las respuestas dadas por los estudiantes informan sobre la adaptación de los animales marinos, como escenario para el desarrollo del proyecto a implementar en el aula. Así que, se procede a realizar una adaptación de la actividad planteada con los intereses expresados en el formulario como es el dibujo y los videojuegos de tal manera que dichos intereses hicieran parte del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de ello, se establece como ruta de trabajo la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) que se resume en el siguiente diagrama:

Figura 2. Fases de la metodología del trabajo en el aula



Fuente: Imagen propuesta por el investigador basado en las en las fases planteadas por Botero (2018)

2.1.1. Acción

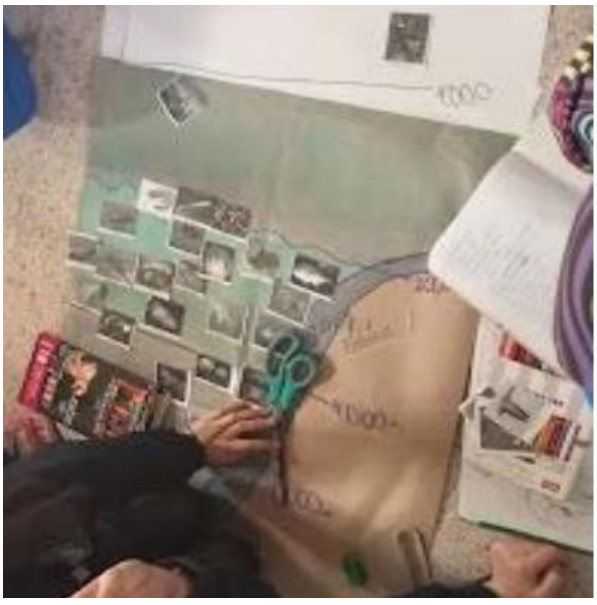
Latorre (2005) menciona que el momento de la acción es debe ser "meditada, controlada, fundamentada e informada críticamente; es una acción observada que registra información que más tarde aportará evidencias en las que se apoya la reflexión". (p. 47)

En el proceso de implementación de la secuencia de actividades, se realiza un ejercicio de observación recolectando material fotográfico de los resultados o proceso de aprendizaje de los estudiantes en cada una de las fases propuestas para el proyecto orientadas desde el ABP que incluye varias etapas que se describen a continuación.

La etapa de hacer preguntas hace referencia a la presentación de la situación problema, donde los estudiantes plantean posibles soluciones haciendo uso de sus saberes previos, generando también interés por descubrir más del contexto en el que se desarrolla el proyecto.

Para la fase de imaginar, se crean las situaciones que lleven a los estudiantes a contemplar la inmensidad y diversidad de vida marina que se encuentra en la profundidad de los océanos, comparando los niveles de profundidad, tomando como referencia la altura de los cielos, montañas y aves de vuelo, de tal manera que mediante la comparación establecieran una representación haciendo uso de los materiales entregados por los docentes. Esto se considera dentro del proceso de imaginar.

Figura 3. Trabajo realizado por un grupo de estudiantes representando la profundidad de la fosa de las marianas



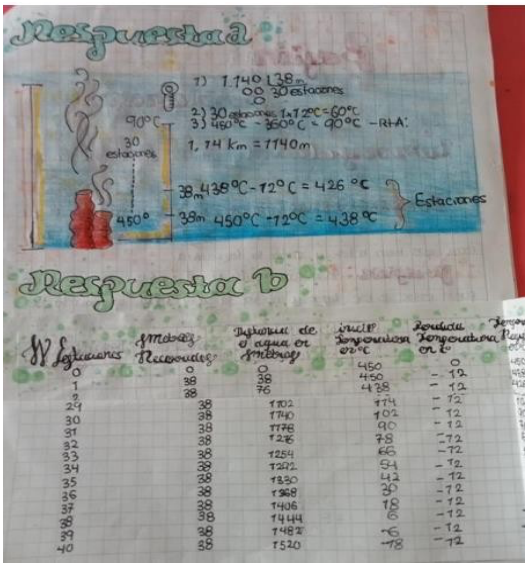
Fuente 3: Diseño artístico de los animales que se encuentran según la profundidad en la fosa de las marianas.

Para la fase de planeación, se evidencia la integración de las asignaturas. En matemáticas se realiza un trabajo de análisis sobre cómo se pueden medir las variables de temperatura, presión, velocidad y luminiscencia, y cuáles son los valores que pueden y se necesitan para navegar al interior de la fosa de las marianas.

Desde las ciencias naturales se profundiza en el concepto de adaptación, llevando al estudiante a la construcción de dicho concepto, donde indagan las diferentes formas físicas de adaptación que se manifiesta en el océano.

En el espacio de artes, los estudiantes recogen los conceptos que investigaron en los espacios académicos de matemáticas y ciencias naturales para diseñar o crear un animal marino, con base en las características o condiciones que pueden aparecer en el fondo de la fosa de las marianas.

Figura 4. Cálculos realizados por los estudiantes frente al súper poder de soportar altas temperaturas



Fuente: Respuesta a la situación de temperatura en el fondo del océano

Con lo trabajado hasta el momento, se da paso a la fase de creación donde los estudiantes aplican el proceso de biomimetismo, el cual lleva a los estudiantes a diseñar el prototipo de navegación marina inspirándose en el animal creado en la fase anterior y teniendo en cuenta las variables analizadas en los informes sobre presión, temperatura, velocidad y bioluminiscencia, con el objetivo que la nave pueda realizar la excursión en el fondo de los océanos. Luego, se propone a los grupos de estudiantes dar forma en tres dimensiones al prototipo diseñado haciendo uso del video juego "Mine Craft".

Figura 5. Diseño de la nave haciendo uso del biomimetismo



Fuente: Relación del animal marino con la nave creada por un grupo de estudiantes

Para la última fase de mejora, los estudiantes escuchan las sugerencias de los docentes y comparan el diseño de su prototipo de navegación con los de sus compañeros y proceden a realizar los ajustes y cambios que requiere lo elaborado en el grupo de trabajo para luego verse reflejado en el poster o producto final del proyecto; en el cual, expusieron las características que el prototipo diseñado puede soportar en el fondo del océano, es decir la temperatura, presión que puede resistir como la velocidad y luminosidad que puede emitir la nave. Dejando ver también los aprendizajes adquiridos en el proyecto. Por último, se realiza el proceso de auto evaluación y coevaluación.

Figura 6. Comparación de la nave diseñada con su construcción en el juego mine-craft



Fuente: Diseño creado por un grupo de estudiantes

Por directriz de la coordinación del área de matemáticas del CMSB se diseñó y aplicó una prueba escrita que reunió los saberes del PIA para segundo periodo de matemáticas (posteriormente a la entrega final del proyecto) y adaptada al contexto de los animales marinos.

2.1.2. Observación

En esta fase la observación implica evaluar la acción haciendo uso de métodos y técnicas apropiados; en términos de Latorre (2005) "la observación implica, en este sentido, la recogida de información relacionada con algún aspecto de la práctica profesional. Observamos la acción para poder reflexionar sobre lo que hemos descubierto y aplicarlo a nuestra acción profesional". (p. 49)

Para el proceso de seguimiento de la incidencia de las actividades propuestas en el aprendizaje de los estudiantes, se aplica la técnica de la observación participante, en la cual pueden combinarse diferentes instrumentos como los cuadernos de notas, las notas de campo, registros de video y el análisis de materiales documentales. Para este caso se toma el material entregado por los estudiantes en cada una de las sesiones el cual se recopila en los protocolos o diarios de campo, fuente de análisis de cada una de las sesiones contando con material fotográfico.

Para el primer paso que es el diseño de la secuenciase realiza el análisis de documentos como las planeaciones de matemáticas del CMSB al igual que los lineamientos curriculares, con el fin de implementar dentro de la secuencia de actividades las nociones de manera implícita de los saberes conceptuales.

Para la lectura de lo observado en el material recogido en las clases se tiene en cuenta los avances obtenidos por los estudiantes frente a las competencias STEAM y los conceptos propuestos en las

asignaturas de matemáticas ciencias naturales y artes en comparación a su proceso llevado a cabo en el primer periodo.

2.1.3 Reflexión

En este momento de la investigación Latorre (2005) menciona que se reflexiona "sobre los resultados de la evaluación y sobre la acción total y proceso de la investigación, lo que puede llevar a identificar un nuevo problema o problemas y, por supuesto, a un nuevo ciclo de planificación, acción, observación y reflexión". (p. 40)

Para el ejercicio reflexivo del proceso de investigación se tiene en cuenta cuatro elementos: el primero de ellos son las implicaciones que se consideraron para el procesos de diseño de la secuencia y los elementos mínimos que se deben tener en cuenta para su construcción, el segundo elemento es sobre la importancia que tiene el escenario de aprendizaje y por tanto debe estructurarse en un trabajo en equipo de los docentes, el tercero de ellos es sobre las competencias y saberes que fue posible ser abordados por el escenario de aprendizaje y por ultimo las oportunidades y elementos a tener en cuenta para próximas investigaciones. En las conclusiones del proyecto se evidenciarán las fortalezas y aspectos por mejorar que deja la experiencia de aplicación de las secuencias de actividades frente a los dos elementos observados que son los aportes de los docentes y la recepción de los estudiantes.

2.1.4. Contexto

El estudio se realiza en uno de los colegios de la Compañía de Jesús en la ciudad de Bogotá, particularmente uno de los colegios más antiguo de Colombia, pues ha funcionado ininterrumpidamente más de 400 años. Geográficamente se encuentra ubicado en la localidad de la Candelaria, específicamente en el centro histórico de la ciudad, donde se ubica tanto el senado de la república como la casa de Nariño y otras entidades públicas del poder; al igual que centros culturales y de memoria histórica.

2.1.5. Población y muestra

La población corresponde a los estudiantes del grado sexto del colegio, con un total de 179 estudiantes, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Número de estudiantes a cargo por sección

Número de estudiantes por sección en grado sexto	
SECCIÓN	**NÚMERO DE ESTUDIANTES**
601	29
602	29
603	31
604	32
605	29
606	29

Se establece la cantidad de estudiantes a los que se aplicara la propuesta

Fuente: Tabla propuesta por el autor

La muestra está conformada por el análisis de la sección 605 con desempeños en la escala de bajo, básico, alto y superior de acuerdo con su informe en primer período del año en el que se aplica esta secuencia.

2.1.6. Técnicas de recolección de la información

Para el proceso de observación y seguimiento de las actividades propuestas para el aprendizaje de los estudiantes, se aplica la técnica de registro mecánico que según Yuni et al (2005) son un soporte externo al investigador y no requieren su mediación experiencial. Para este caso, se toma la fotografía como elemento de registro que permite observar el nivel de participación, trabajo en equipo, exploración de la creatividad y desarrollo de las competencias de los estudiantes de la muestra seleccionada.

Cada una de las fases implementadas en el proyecto se hizo registro mediante los diarios de campo, en los cuales se realiza una descripción, análisis de la participación y desarrollo que realizaban cada uno de los estudiantes. Al igual que se presenta el instrumento de evaluación y las conclusiones de la actividad implementada.

2.1.7. Categorías

Para el análisis de las sesiones de clase se establecen categoría de análisis que Según Straus et al (como se citó en Romero, 2005) "La categorización consiste en la asignación de conceptos a un nivel más abstracto. Las categorías tienen un poder conceptual puesto que tienen la capacidad de reunir grupos de conceptos o subcategorías" (p. 1). Así que se establecen las categorías de análisis con base de los referentes que sustentan el proyecto, lo cual permitirá en los diarios de campo reconocer la incidencia de la metodología STEAM en los procesos de enseñanza.

Romero C. (2005) también plantea que para categorizar se requiere "ponerle nombre, definir un término o expresión clara del contenido de cada unidad analítica. Dentro de cada categoría habrá que definir tipos específicos o subcategorías". El análisis de la investigación se realiza atendiendo a un análisis categorial descriptivo e interpretativo, el cual al establecerse previamente una serie de categorías, se hace lectura y análisis de la participación y desarrollo del proyecto por parte de los estudiantes en cada una de las fases, determinando el modo en el que cada actividad propuesta promueve en el estudiante tanto las habilidades que el enfoque STEAM menciona como de los saberes que los docentes de las asignaturas que se integran son abordados de manera comprensible para los estudiantes.

Con esto se establecen las siguientes categorías que permitieron realizar el análisis en la observación realizada en cada una de las sesiones de clase implementadas en la secuencia de actividades.

Tabla 2. Categoría para el análisis del impacto de las actividades de la secuencia.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CONCEPTO
COMPETENCIAS STEAM	**a.** Pensamiento crítico **b.** Comunicación efectiva **c.** Uso de tecnologías **d.** Trabajo en equipo **e.** Creatividad **f.** Innovación	**a.** Reflexiona y evalúa las respuestas a las preguntas formuladas en el proyecto **b.** Escucha los aportes de los compañeros y establecen acuerdos para la solución de los problemas **c.** Hace uso de las tecnologías para el proceso de indagación y desarrollo de las situaciones planteadas **d.** Identifica tareas y responsabilidades y se las reparten de manera autónoma **e.** Construye algo nuevo liberándose previamente de los modos de pensar establecidos, viendo distintas posibilidades y aplicando una gama variada de conocimientos matemáticos.

		f. Resuelve los problemas y encuentra soluciones efectivas para desarrollar, inventar e innovar en el mundo construido por el hombre.
TRABAJO INTERDISCIPLINARIO	**a.** ejes integradores **b.** Correlación de saberes entre matemáticas, ciencias naturales y artes. **c.** Aplicación de las competencias en contextos problematizadores **d.** Integración de la tecnología	**a.** Identifica en la problemática la relación existente entre matemáticas, ciencias naturales y artes. **b.** Integra y relaciona la problemática del contexto que se plantea con los saberes de las disciplinas. **c.** Aplica los saberes de las disciplinas integradoras en la solución de la problemática que se plantea. **d.** Usa, manipula y evalúa las tecnologías presentes en la vida cotidiana.
COMPETENCIAS MATEMÁTICAS	**a.** Razonamiento matemático **b.** Comunicación matemática	**a.** Razona, analiza y comunica cuando se enuncian o resuelven problemas matemáticos en diferentes situaciones **b.** Explica el uso de las operaciones propiedades y relaciones con los números enteros
COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES	**a.** Pensamiento científico **b.** Indagación científica	**a.** Conoce, comprende y es capaz de aplicar, lo que se puede presentar esquemáticamente como las capacidades para explicar fenómenos de manera científica. **b.** Establece relaciones entre las respuestas obtenidas con el fenómeno físico y la solución del problema.
COMPETENCIAS EN ARTES	**a.** Habilidades interpretativas **b.** Apreciación artística	**a.** Interpreta las variables de un contexto para expresarlos mediante el arte. **b.** Hace uso de las habilidades artísticas para presentar con claridad la relación estético conceptual.

Categorías tomadas del marco teórico para identificar en la aplicación de la secuencia su aplicación.

Fuente: Tabla propuesta por el autor

3. Discusión y resultados

Uno de los elementos de mayor validez para el proceso de implementación del enfoque STEAM es el proceso de integración de las asignaturas. Este aspecto fue el que genero mayor dificultad en el proceso de aplicación del instrumento, esto se debió a factores tales como la falta de desprendimiento delos programas curriculares por parte de los docentes y de la disposición para el proceso de planeación.

Para haberse dado un acercamiento en el desarrollo de la integración interdisciplinaria, fueron dos elementos clave que contribuyeron a este proceso:

- La selección del escenario que facilitara a los docentes de las asignaturas de ciencias naturales y artes proponer las actividades que desde su saber permitieran a los estudiantes involucrarse y tener más ideas para la solución del problema.
- El liderazgo, iniciativa de investigación para la comprensión de las variables o fenómenos que ocurren alrededor de la situación de aprendizaje planteado.

Desarrollar este trabajo requiere de tiempo extra-clase por lo que no fue posible integrarse con las asignaturas de tecnología, geometría o estadística. Con los cuales se planteó los posibles escenarios, tiempos e intencionalidades de la propuesta, pero sin embargo por múltiples factores que surgen en la práctica o en la labor docente en el colegio impidieron que hubiera este proceso de integración con estas otras asignaturas.

Ante lo mencionado deja en claro el hecho de que el docente debe salir de su zona de confort y atreverse a crear, transformar e innovar sus clases en la medida que propone otros espacios, se integra con otras instituciones y reconoce la importancia de trabajar con otros docentes ya sean del mismo colegio, de otra institución o de otro país.

El docente debe reconocerse como un elemento que debe transformarse, actualizarse y entender que hoy el mundo está en constante cambio y por tanto debe saber que las dinámicas de ayer no causan el mismo impacto en los estudiantes de hoy. Por ello debe estar abierto a nuevos aprendizajes de manera constante, participando en eventos académicos y otros.

En el proceso de articulación se debe abandonar el paradigma de medir al estudiante para ser evaluado, más bien se debe reconocer y aplicar otros modelos que permitan al docente observar las múltiples potencialidades que puede expresar un estudiante cuando se ve enfrentado a una situación problema en el que implique interactuar con otros, proponer alternativas de solución y sobre todo que los resultados generen un impacto o sea reconocido en otras instancias distintas al aula de clase.

4. Conclusiones:

El proceso de integración curricular se convierte en una alternativa de trabajo para el colegio, en la medida que promueve el trabajo en equipo de los docentes, los cuales se encuentran en disposición de proponer y buscar alternativas para mejorar su práctica docente. Para llevar a cabo esta integración, además de que se debe contar con una mirada amplia y crítica de los avances tecnológicos y de las problemáticas que se evidencian en el entorno, el colegio cuenta con la disposición de material para que el docente implemente dentro de las aulas de clase y al mismo tiempo enriquezca la experiencia en el aprendizaje de los estudiantes. Este tipo de propuesta se debe asumir como una oportunidad de mejora, que conlleve a evaluar las dinámicas institucionales como la distribución de los docentes del grado al interior del colegio, los horarios o las actividades extracurriculares, que dificultan el trabajo en equipo entre los docentes.

En cada una de las fases propuestas para el trabajo de la metodología ABP, se evidencia como los estudiantes potencian de manera explícita sus habilidades de escritura, arte, resolución de problemas, comunicación, creatividad, entre otros. Mitigando las dificultades señaladas en el planteamiento del problema, al momento de integrar los equipos de trabajo y desarrollar el informe, plantear soluciones a los problemas, diseñar o proponer un nuevo instrumento tecnológico y el relacionar los hallazgos trabajados en las tres asignaturas en la caracterización de lo creado por los grupos de estudiantes viéndose reflejados en el producto final que para esta oportunidad fue el póster.

5. Referencias

Banco Mundial (2021) COVID-19: Impacto en la educación y respuestas de política pública, doi: https://thedocs.worldbank.org/en/doc/143771590756983343009002 2020/original/Covid19EducationSummaryesp.pdf .

Benítez A. y Rosales C. (2021) Enfoques en la investigación educativa del siglo XXI. Perspectiva socioeducativa, investigación acción, investigación cualitativa y docencia reflexiva. Revista voces. México.

Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2013). *Theoretical foundations for effective STEM learning environments*. Purdue e-Pubs. Recuperado de https://docs.lib.purdue.edu/enewp/1/

National Geographic Society. (s.f.). *Solving challenging problems*. National Geographic. Recuperado el [05 de febrero del 2022], de https://www.nationalgeographic.org/lesson/solving-challengeing-problem/

Latorre A. (2005) La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. España Barcelona. Editorial Graó.

Ricoy C. (2006) Contribución sobre los paradigmas de investigación. Revista do Centro de Educación, vol. 31, núm. 1, 2006, pp. 11-22

Romero C. (2005) La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa. Revista de Investigaciones Cesmag Vol. 11 No. 11. p113-118

Yuni J., y Urbano C. (2005) Mapas y herramientas para conocer la escuela. Investigación etnográfica. Investigación – acción. Córdoba, Argentina. Editorial brujas.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21563

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Reflexión Documentada

Potencial de utilización de la Ciencia y el Arte en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física a través del uso de la Música, la Literatura y el Cómic

Potential for the use of Science and Art in the teaching and learning processes of Physics through the use of Music, Literature and Comics

Potencialidades do emprego de Ciência e Arte nos processos de ensino e aprendizagem de Física através da utilização da Música, da Literatura e de Histórias em Quadrinhos

Artur Batista Vilar*, Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza**
Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima***

Vilar, A. B., Souza, E. O. R., Barbosa-Lima, M. C. A. (2025). Potencialidades do emprego de Ciência e Arte nos processos de ensino e aprendizagem de Física através da utilização da Música, da Literatura e de Historias em Quadrinhos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 102-116
https://doi.org/10.14483/23464712.21563

Resumen

Presentamos reflexiones sobre la relación histórica entre Ciencia y Arte y las posibilidades de utilizar esta importante conexión en la Enseñanza de las Ciencias, con énfasis en lo que se refiere a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física. Centramos la investigación que aquí se presenta en tres vertientes de las once manifestaciones artísticas existentes, a saber: Música, Literatura y Cómic. De esta manera, discutimos la importancia del lenguaje en las clases y cómo poemas, canciones y tiras cómicas pueden ser más que simples lemas, asumiendo un papel destacado en una enseñanza que valora la investigación, la valoración del dialogismo y la búsqueda de la interdisciplinariedad. Discutimos el uso de la música y la poesía por artistas como Caetano Veloso, Gilberto Gil, António Gedeão y Ferreira Gullar. Presentamos posibilidades de uso de estas obras en las clases de Física Básica y Física Moderna y Contemporánea. Asimismo, presentamos algunos ejemplos de cómics de autor o de artistas como Laerte y Alexandre Beck para que se pueda influenciar a los docentes a desarrollar clases que, además de los temas tradicionales de Física, aborden temáticas que abarquen la vida cotidiana de los estudiantes. Pretendemos contribuir, desde la perspectiva de la Enseñanza de la Física, al proceso de consolidación del reciente campo de investigación que se ha denominado Ciencia y

Recibido: 21 de noviembre de 2023, aceptado: 20 de enero de 2025

* Doutor em Engenharia Nuclear. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnología do Rio de Janeiro / Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil, artur.vilar@ifrj.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-3909-5065.

** Doutor em Ensino em Biociências e Saúde. Universidade Federal Fluminense / Instituto Oswaldo Cruz, Niterói, Brasil. eduardoors@id.uff.br, https://orcid.org/0000-0002-7913-4890.

*** Doutora em Educação. Universidade do estado do Rio de Janeiro / Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil, mcablima@uol.com.br, https://orcid.org/0000-0002-1290-0060.

Arte y que se encuentra en constante proceso de investigación, reflexión y construcción con la participación de investigadores y artistas de las más diversas áreas y vertientes.

Palabras Clave: Ciencia y Arte; Enseñanza de la Física; Literatura; Música; Historietas.

Abstract

We present reflections on the historical relationship between Science and Art and the possibilities of using this important connection in Science Education, with emphasis on the teaching and learning processes of Physics. We focus the research presented here on three aspects of the eleven existing artistic manifestations, namely: Music, Literature and Comics. We discuss, in this way, the importance of language in classes and how poems, songs and comic strips can be more than just mottos, assuming a prominent role in a teaching that values investigation, the appreciation of dialogism and the search for interdisciplinarity. We discuss the use of music and poetry by artists such as Caetano Veloso, Gilberto Gil, António Gedeão and Ferreira Gullar. We present possibilities of using these works in Basic Physics and Modern and Contemporary Physics classes. Likewise, we present some examples of authorial comics or those by artists such as Laerte and Alexandre Beck so that teachers can be influenced by developing classes that, in addition to the traditional Physics themes, address themes that encompass students' daily lives. We intend to contribute, from the perspective of Physics Teaching, to the process of consolidation of the recent field of research that has been called Science and Art and that is in a constant process of investigation, reflection and construction with the participation of researchers and artists from the most diverse areas and trends.

Keywords: Science and Art; Physics Teaching; Literature; Music; Comics.

Resumo

Apresentamos reflexões sobre a histórica relação entre Ciência e Arte e as possibilidades de utilização desta importante conexão no Ensino de Ciências, com destaque para o que se refere aos processos de ensino e aprendizagem de Física. Concentramos a investigação ora apresentada em três vertentes das onze manifestações artísticas existentes, a saber: A música, a Literatura e as Histórias em Quadrinhos. Discutimos, desta maneira, a importância da linguagem nas aulas e de que maneira os poemas, as canções e as tirinhas podem ser mais do que motes, assumindo o papel de destaque em um ensino que preza pela investigação, valorização do dialogismo e pela busca da interdisciplinaridade. Discutimos a utilização de músicas e poesias de artistas como Caetano Veloso, Gilberto Gil, António Gedeão e Ferreira Gullar. Apresentamos possibilidades de utilização destas obras em aulas de Física Básica e de Física Moderna e Contemporânea. Da mesma maneira, apresentamos alguns exemplos de quadrinhos autorais ou de artistas como Laerte e Alexandre Beck para que os professores possam se influenciar visando o desenvolvimento de aulas que, além dos tradicionais temas de Física, abordem temáticas que abarquem o dia a dia dos estudantes. Pretendemos contribuir, sob o viés do Ensino de Física, com o processo de consolidação do recente campo de pesquisa que vem sendo denominado Ciência e Arte e que está em constante

processo de investigação, reflexão e construção com participação de pesquisadores e artistas das mais diversas áreas e vertentes.

Palavras-Chave: Ciência e Arte; Ensino de Física; Literatura; Música; Histórias em Quadrinhos.

1. Introdução

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{1}{\varepsilon_0} \rho$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial}{\partial t} \vec{B}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \vec{E}$$

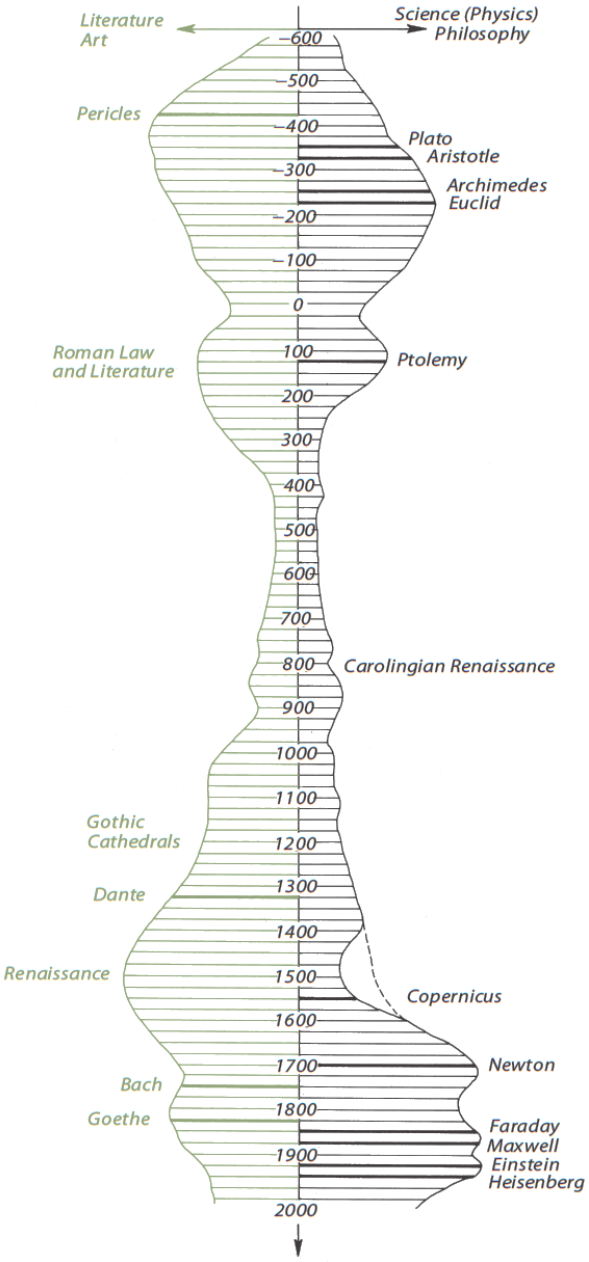
Para nós, autores deste texto, sua epígrafe pode ser lida como um poema, apesar de obviamente ser um conjunto de equações. Decerto que são quatro importantes relações físico-matemáticas, fundamentais para a base do Eletromagnetismo e que estão estampadas nas camisetas de muitos jovens e de outros nem tão jovens assim. São as equações de Maxwell, responsáveis, por exemplo, por descrever uma onda eletromagnética, ou mais intimamente a luz, por ser a mais conhecida delas.

Optamos por colocar equações como epígrafe, não para marcar posição, mas para mostrar que a Ciência pode compor uma simbiose com a Arte, a depender da linguagem que se utiliza. No caso da Física, a Matemática é a linguagem por excelência e a ela devemos respeito e uma boa interpretação para conhecermos sua beleza.

Entretanto, a Matemática não deve ser a única linguagem explorada no ensino de Ciências, apesar de alguns professores lhe darem um notório destaque em detrimento dos conceitos científicos, estes, sim, fundamentais. Comentaremos em nosso artigo como poderemos atingir nossos estudantes com maior eficiência e eficácia estimulando-os ao emprego de diversas linguagens, para além da Matemática sem, contudo, deixá-la de lado.

Sabemos que desde a Grécia Antiga as movimentações nos cenários científicos coexistem com as transformações no panorama artístico (Simonyi, 2012). No século XIX, com o predomínio do Positivismo, houve uma valorização de tudo que pendia para o científico (Silveira, Malina & Lannes, 2018). Entretanto, desde o século XX percebemos uma nova era de reaproximação e ressonância entre Ciência e Arte. Vivemos, portanto, a era mais propícia para a consolidação de uma nova área.

Figura 1. Produção científica e artística desde a Grécia Antiga até o final do século XX.



Fonte: *A cultural history of physics* (Simonyi, 2012).

Data de 2011 o lançamento do manifesto em que pesquisadores estadunidenses propuseram o conceito de "*ArtScience*", buscando promover a discussão sobre a relação entre Arte e Ciência, visando um cenário permeado pela interdisciplinaridade, multimídia e suas variações (Root-Bernstein, Siler, Brown & Snelson, 2011). Este documento é, de fato, um marco, porém não consideramos que deve ser tomado como única e absoluta vertente de análise e discussão do tema.

Estamos lidando com um campo teórico-prático do conhecimento em processo de desenvolvimento e de consolidação em que não se tem, nem ao menos, concordância quanto ao próprio nome, tal como descrito por (Silveira, Malina & Lannes, 2018). Seria Ciência e Arte ou CienciArte?

As atividades de ensino e pesquisa deste campo ou linha não se limitam à academia ou às salas de aula. Aliados aos pesquisadores/professores estão aqueles aos quais alguns autores denominam artecientistas. No contexto brasileiro há, portanto, atividades e grupos espalhados pelo território nacional que, a partir de 2021, em um processo mais robusto de estruturação, começaram a integrar um movimento nacional denominado Rede Ciência Arte Cidadania (Rocha, Silva, Araújo-Jorge & Ferreira, 2021).

Se colimarmos o nosso espectro de análise para a relação entre a Física, a Arte e a Cultura, seremos automaticamente levados aos trabalhos pioneiros do professor João Zanetic. Neles, o autor se mostra convencido de que o ensino da Física não pode renunciar à presença de temas e áreas como a História e a Filosofia da Ciência, dando enfoque, sobretudo, para a Literatura. Portanto, para Zanetic, a busca da interdisciplinaridade, sem perder de vista a disciplinaridade, é muito cara em processos de ensino e aprendizagem que relacionem Ciência e Arte (Zanetic, 2006).

2. Metodologia

Não trazemos a Ciência e Arte como um referencial teórico e/ou metodológico, já que consideramos que a intersecção destas áreas culmina, na realidade, em uma linha ou campo teórico-prático em recente e constante processo de desenvolvimento. Nosso trabalho, que entendemos aproximar-se de um ensaio teórico, tem o seu percurso metodológico fundamentado em artigos acadêmicos da área, no diálogo entre grupos e pesquisadores, em atas de eventos e nas obras produzidas por artistas das mais diversas formas de expressão e por cientistas de diferentes campos da Ciência.

Considerando que a Arte pode ser dividida música, dança, pintura, escultura, teatro, literatura, cinema, fotografia, história em quadrinhos (HQ), jogos eletrônicos e arte digital, de certo precisamos fazer, em nosso texto, um recorte em que discutimos a presença de temas relacionados com Ciência e Tecnologia na literatura, música e histórias em quadrinhos. Tal escolha se justifica pela limitação de extensão textual que este gênero do discurso nos impões e por serem os temas que vêm sendo, há algum tempo, por nós trabalhados.

Neste sentido, utilizamos letras de compositores como Caetano Veloso e Gilberto Gil, além de poemas de António Gedeão e Ferreira Gullar. Fizemos a escolha de tais autores pois, há tempos, vimos observando que a cultura literária de nossos jovens vem se mostrando insuficiente nos vários níveis de escolarização em que atuamos: ensino médio, superior e, mais recentemente, observamos o fato na pós-graduação. Fazer uso de Ciência e Arte em aulas de Física permite, portanto, uma ampliação da bagagem cultural literária desses discentes. Em relação às histórias em quadrinhos, propomos a utilização de artistas como Laerte e Alexandre Beck, além de sugerir a o desenvolvimento de HQ's autorais por parte dos professores e estudantes.

Também não é de nosso intento, realizar a análise do discurso, conteúdo ou de qualquer outra forma dos textos apresentados nas próximas seções. Entendemos que a metodologia de análise fica a cargo dos professores e pesquisadores que conduzem as investigações e intervenções didáticas. Em nosso caso, temos nos apoiado na teoria bakhtiniana e na Teoria Histórico-Cultural de Vigotski. De fato, o mais importante é refletir sobre os referenciais que serão utilizados para que a Ciência e Arte não se torne apenas um mote ou uma breve e pouco profunda discussão em sala de aula.

3. O ensino de Ciências através das canções e da poesia

Uma das manifestações artísticas que mais encantam as pessoas de diversas idades, com certeza, são as canções; tanto suas melodias quanto suas letras.

Se tomarmos os cuidados necessários para manter a precisão dos conceitos científicos em nossas explicações ou no direcionamento da construção do conhecimento de nossos alunos, as letras das músicas, sejam antigas ou recentes, podem ser um instrumento poderoso para o ensino de Ciências.

Mais do que um mote ou um estopim para o início de uma determinada temática de Física, as letras e textos literários podem ter seus versos discutidos, promovendo um caráter investigativo ao processo de ensino e aprendizagem. Se bem escolhidos, determinados trechos de uma obra artística permitirão o desenvolvimento da capacidade de interpretação dos fenômenos físicos desses estudantes.

Utilizando, por exemplo, a letra da canção "Trem das Cores" de Caetano Veloso (1972) percebemos que os conceitos da óptica de luz e cor podem ser discutidos através de uma linguagem mais agradável e acessível. Ramos e Barbosa-Lima (2020) mostram que uma análise dos versos permite um olhar sobre a multissensorialidade da linguagem, o que pode ser muito proveitoso e adequado no ensino de luz e cor para alunos com algum tipo de deficiência visual.

Trem das cores
(Caetano Veloso)

A franja da encosta cor de laranja, capim rosa chá
O mel desses olhos luz, mel de cor ímpar
O ouro ainda não bem verde da serra, a prata do trem
A Lua e a estrela, anel de turquesa

Os átomos todos dançam, madruga, reluz neblina
Crianças cor de romã entram no vagão
O oliva da nuvem chumbo ficando, pra trás da manhã
E a seda azul do papel que envolve a maçã

As casas tão verdes e rosa que vão passando ao nos ver passar
Os dois lados da janela
E aquela num tom de azul quase inexistente, azul que não há
Azul que é pura memória de algum lugar

Teu cabelo preto, explícito objeto, castanhos lábios
Ou pra ser exato, lábios cor de açaí
E aqui, trem das cores, sábios projetos: Tocar na central

E o céu de um azul celeste celestial!

Uma canção também pode ser o ponto de partida para a construção de práticas inter ou transdisciplinares. Vejamos, por exemplo, as duas primeiras estrofes da música "Queremos saber" de Gilberto Gil (1976):

Queremos saber
(Gilberto Gil)

Queremos saber
O que vão fazer
Com as novas invenções
Queremos notícia mais séria
Sobre a descoberta da antimatéria
E suas implicações
Na emancipação do homem
Das grandes populações
Homens pobres das cidades
Das estepes, dos sertões

Queremos saber
Quando vamos ter
Raio laser mais barato
Queremos de fato um relato
Retrato mais sério
Do mistério da luz
Luz do disco-voador
Pra iluminação do homem
Tão carente e sofredor
Tão perdido na distância
Da morada do Senhor
[...]

Se pensarmos na Física, podemos promover discussões sobre a estrutura da matéria, óptica, dualidade onda-partícula, relatividade e teoria eletromagnética da luz. Sob o viés da Geografia Física e da Biologia é possível abordar as características de alguns dos biomas do território brasileiro, com destaques para os do Nordeste. Utilizando a Geografia política, a História e a Sociologia podemos tratar de temáticas relacionadas com as desigualdades sociais, econômicas e raciais no Brasil. Há, ainda, a possibilidade de uma análise filosófica sobre o que é científico e o que é transcendental, além do papel das religiões na vida dos homens do campo e da cidade. Uma discussão sobre a democratização do acesso às mais diversas formas de tecnologia talvez possa ser o elemento que interrelacione todas essas temáticas e áreas do conhecimento.

Apesar de haver muita similaridade com as letras das canções, a poesia tem suas particularidades. A interação entre o poema e o leitor não é diretamente mediada pelo poeta. Não há, como nas músicas, a presença da voz, do ritmo ou da entonação do cantor. Talvez o poema esteja muito mais próximo de um quadro ou escultura do que de uma canção. A interpretação do poema é do leitor.

A seguir, destacamos um poema de autoria de António Gedeão (2007):

Catedral de Burgos

A Catedral de Burgos tem trinta metros de altura
e as pupilas dos meus olhos dois milímetros de abertura.

Olha a catedral de Burgos com trinta metros de altura!

Em seu trabalho, Ramos e Barbosa-Lima (2021) analisam este poema no intuito de construir uma aula baseada no dialogismo. Apesar de dispor de apenas três versos, podemos trabalhar tópicos como o princípio da propagação retilínea da luz e seus limites, razão e proporção, o funcionamento de uma câmera escura, a formação de imagens no olho humano, dentre outras possibilidades. A beleza desta catedral estimula o estudo da luz, da cor e de sua arquitetura.

Figura 2. Catedral de Burgos.



Fonte: Página oficial da Catedral de Burgos.

António Gedeão era o pseudônimo utilizado por Rómulo Vasco da Gama de Carvalho que foi um professor de Física e de química além de pedagogo português. Parte considerável de sua produção poética abordava a temática científica. Podemos concluir, portanto, que um poema como 'Catedral de Burgos' tem em seus versos uma presença intencional de conceitos físicos que estão de acordo com os fenômenos e com a teoria a que estão relacionados. O poeta assume o papel de divulgador científico.

Entretanto, essa intencionalidade e exatidão na abordagem dos temas científicos não podem ser encaradas como fundamentais e necessárias quando escolhemos uma música, uma poesia ou qualquer outra forma de expressão artística para compor as nossas aulas. Da mesma maneira, não cabem julgamentos ao artista por algum deslize conceitual. É poesia! E a liberdade artística deve prevalecer.

O poema que apresentamos a seguir é de autoria de Ferreira Gullar (2024) e o utilizaremos na proposição de uma aula com o objetivo central de discutir temas de Física Moderna e Contemporânea.

O espaço

Não há espaços iguais

o espaço
entre o núcleo
do átomo
e os eléctrons
nada tem a ver
com o espaço
entre o sol
e os planetas
nem com o espaço
entre
minha mesa de jantar
e as paredes em volta

não há espaço vazio
cada espaço
é feito
dos corpos que estão
nele
que o deformam e o formam

é feito
de suas energias
e cargas elétricas
ou afetos

Já de início, o poeta nos leva à reflexão sobre a comparação do átomo com o sistema solar. Poderíamos buscar uma analogia entre os dois modelos, entretanto, consideramos que esse pode ser um recorte limitado caso não abarque os preceitos da mecânica quântica e o que se entende como o modelo atômico atual.

Elencamos, então, algumas questões que poderiam ser apresentadas aos estudantes de uma turma do ensino médio.

1) Qual as semelhanças entre o modelo atômico de Rutherford e o sistema solar?

2) E se pensarmos no modelo de Rutherford-Bohr, essas semelhanças e diferenças se mantêm?

3) A astronomia nos permite descrever e prever a órbita e a posição de um planeta que translada ao redor do Sol. É possível ter a mesma exatidão em relação a um elétron e o núcleo atômico?

A primeira questão busca estimular a reflexão sobre as semelhanças entre esses modelos, tendo os elétrons e os planetas como elementos que descrevem órbitas em torno do núcleo e do Sol, respectivamente.

Outra questão importante que pode ser trabalhada é a complementação que Niels Bohr fez ao modelo de Rutherford, proporcionando aos alunos uma discussão sobre a quantização da energia e sobre os trabalhos de Planck e Einstein.

O terceiro item nos permite utilizar o poema de Gullar como elemento gerador da análise sobre como a Física Moderna e Contemporânea influenciou no que entendemos como o modelo atômico atual que contemple o princípio de incerteza de Heisenberg, o princípio de De Broglie, a equação de Schrödinger e a interpretação de Born. Neste sentido, o professor pode ressaltar com os estudantes o fato de no modelo atual não ser possível conhecer a trajetória de um elétron, mas sim a região de maior probabilidade de encontrá-lo.

Valendo-se de quando o poeta diz que "não há espaço vazio" e de quando utiliza os termos "energias" e "carga elétrica", o professor pode trabalhar as propriedades das ondas eletromagnéticas e tratar da presença de elementos no espaço que, geralmente, são desconhecidos por parte dos alunos, tais como os raios cósmicos e os neutrinos.

Por fim, a expressão 'deformam' utilizada por Gullar pode suscitar um debate a respeito da deformação do espaço-tempo trazida pela teoria da relatividade geral de Einstein.

Os exemplos que trouxemos de letras de canções e poemas mostram que são variadas as possibilidades de discussões geradas por esses textos literários quando os utilizamos em uma aula de Ciências. Estas e outras intervenções contribuem, certamente, para a reflexão e consolidação do campo da Ciência e Arte.

4. O ensino de Ciência através das histórias em quadrinhos

A comunicação entre os professores e alunos, na sala de aula, é mediada por muitos signos e linguagens. Lemke e García (1997) reforçam essa ideia afirmando que a Ciência não é feita apenas da linguagem verbal e escrita em sala de aula, podemos dispor de outras linguagens, tais como equações, gráficos, tabelas entre outras.

> Quando os cientistas pensam, falam, trabalham e ensinam, não usam apenas palavras; eles gesticulam e movem-se em espaços visuais imaginários definidos pelas representações gráficas e simulações, que por sua vez têm expressões matemáticas que também podem ser integradas em discurso. (Lemke & García, 1997, p.3).

A relação entre Ciência e Arte possibilita mais uma ponte para integrar a comunicação entre atores sociais da sala de aula, e busca favorecer a construção do conhecimento entre os mesmos. Nós, seres humanos, buscamos diversas linguagens em nossa comunicação. Sentimos a necessidade de gesticular e/ou desenhar quando estamos conversando e argumentando sobre algum fato ou acontecimento. É comum desenharmos para atingirmos mais clareza em nosso discurso ou proposições. Como diz Sousanis (2017), "o visual se expressa onde as palavras falham" e desenhar é um modo de conhecer, já que é uma forma de ver o mundo (Sousanis, 2017).

As duas linguagens: texto e imagem; nos fornecem a oportunidade de entender as coisas de maneira anfíbia como define Sousanis (2017) "… respirando nos mundos da imagem e do texto…" (p. 53).

> As palavras tradicionalmente têm privilégio como modalidade explicativa, como ferramenta para o pensamento. A imagem, por outro lado, há muito tempo é segregada ao reino do espetáculo e da estética, marginalizada na discussão seria como mera ilustração que apoia o texto – nunca vista em pé de igualdade" (Sousanis, 2017, p. 54).

As histórias em quadrinhos, a nona Arte, são recursos de comunicação aplicados em diversos contextos da sociedade, que combinam essas duas linguagens. São rápidas e eficazes para a transmissão de informação. McCloud (2005) define as histórias em quadrinhos, ou Artes sequenciais, como imagens pictóricas e outras justapostas em sequência deliberada destinadas a transmitir informações e/ou produzir

uma resposta no espectador. Porém, do que se entende nas utilizações dos quadrinhos no ensino de Ciência, encontramos muitas propostas e atividades que exploram apenas as dimensões lúdicas dessa forma de Arte (Souza, 2018; Souza; Vianna, 2020). Isso significa que, assim como Sousanis (2017) sinaliza, a histórias em quadrinhos no ensino de Ciência também são vistas como meras ilustrações que apoiam os textos ou os exercícios.

A imagem pode gozar desse privilégio nas dimensões explicativas e investigativas de uma proposição científica. E as histórias em quadrinhos podem ser a forma como a imagem exerce esse protagonismo no processo de construção do conhecimento. Essa importância pode se figurar na conscientização sobre questões referentes a nossa sociedade. Para Linch (2016), os quadrinhos críticos carregam "o potencial de dar voz indireta aos sujeitos que se sentem constrangidos ou reprimidos nos ambientes sociais que frequentam" (p. 144), ou seja, há algo de libertador inerente aos quadrinhos críticos. Para Cirne (2000), as histórias em quadrinhos são uma Arte de resistência, e o autor defende os quadrinhos politicamente combativos: "a renovação gráfica e narrativa capaz de problematizar, atualizando, os temas que se encontram na raiz de nossa(s) cultura(s) e de nossa tragédia política e social" (p. 44).

A Laerte Coutinho é uma cartunista que sempre usou seus quadrinhos para tecer críticas à sociedade e seus paradigmas. Na figura 3, encontramos uma tirinha publicada em diversas mídias digitais (no Instagram ou no site de acervo pessoal da artista).

Figura 3. Tirinha da Laerte Coutinho

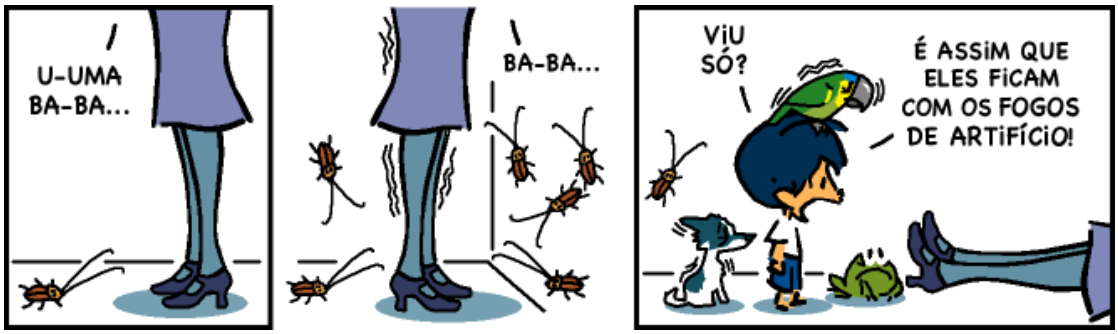


Fonte: Acervo – Laerte

Esta tirinha traz diversas críticas e pode ter diversos significados dependendo do leitor. Ela pode ser uma crítica a sua valorização da positividade que as redes sociais e sociedade nos obriga a divulgar e a buscar. Essa busca é cansativa!

Outro exemplo de tirinha que trabalha essa dimensão crítica e conscientizadora. São as tirinhas Armandinho do artista Alexandre Beck. Esta tirinha (figura 4) tem uma interpretação mais direta, e busca conscientizar sobre como os animais se sentem quando ouvem fogos de artifício.

Figura 4. Tirinha do Alexandre Beck



Fonte: Acervo – Armandinho

Além desses exemplos, existem outros que nos mostram como os quadrinhos podem ser usados na formação cidadã dos estudantes. Deste modo, entendemos que os quadrinhos não podem ser empregados na sala de aula com uma mera ilustração. Há um potencial ainda pouco explorado nas Artes sequenciais e na sua linguagem nas salas de aula.

Esse é o potencial dos quadrinhos, e das demais Artes, que defendemos que sejam usados na sala de aula. No ensino de Ciências, podemos empregar para discutir e conscientizar os leitores-estudantes sobre questões sociocientíficas e cotidianas. Os estudantes devem ser instigados a desenvolver sua capacidade de refletir sobre um assunto em conjunto com os colegas e individualmente. Na figura 5, apresentamos uma tira trazendo um questionamento sobre o custo-benefício da ideia, que é representada na sequência de quadros com a evolução das ideias seguindo a evolução das lâmpadas.

Figura 5. Tirinha "A ideia"



Fonte: Souza (2018)

Esse quadrinho foi desenvolvido para que o aluno possa relacionar a eficiência luminosa com o valor gasto, o consumo de energia entre outros dados. Porém, pode-se trabalhar o custo-benefício de uma

maneira ampla, não só associado à utilização das lâmpadas. Aprender sobre a relação entre o que se paga e o que se recebe é uma das habilidades recomendadas pela BNCC (EM13CNT106) que diz que:

> Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais. (Brasil, 2018, p. 541).

A lâmpada de LED, segundo o INMETRO (2017), "(...) é mais econômica porque sua eficiência luminosa é maior do que a das outras lâmpadas. Ou seja, gasta menos energia para gerar a mesma iluminação" (p. 4). É muito comum encontrarmos aquelas tabelas de comparação entre as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de LED.

Na criação dessa tirinha, foram considerados alguns elementos interessantes para ajudar na identificação do objetivo do quadrinho. A lâmpada, nas concepções artísticas, representa uma ideia; e na sucessão dos quadros, percebemos uma transcrição do cinza escuro para o branco. Essa simbologia representa o melhoramento da iluminação do local em relação à ideia do personagem. Como se cada ideia fosse iluminando a mente, até que a solução mais adequada fosse encontrada. Além disso, a transição dos quadros foi momento-a-momento, o que demonstra poucas mudanças entre os mesmos. Esse fato busca que o leitor compreenda que as ideias são para o mesmo problema. As escolhas artísticas foram feitas para auxiliarem a questão argumentada na história.

A história em quadrinhos pode ser uma excelente aliada no processo de ensino-aprendizagem. Na figura 5, temos um exemplo de quadrinho produzido com objetivo do ensino de Ciência, mas é possível trabalhar com produções de artistas consagrados com as tiras das figuras 3 e 4. Para isso, temos que ter em mente o protagonismo da Arte nessa interação com os estudantes, e que os artistas como a Laerte, Quino, Maurício de Sousa, Jim Davis entre outros, não tem compromisso com a Ciência. Nós, professores, devemos reendereçar o quadrinho caso seja necessário. Segundo Rezende-Filho, Bastos, Junior, Pereira & Sá (2015), os modos de endereçamento são fundamentais para a construção da apropriação e da adesão/imersão do estudante ao material audiovisual. O que queremos é que as tirinhas não foram construídas com o propósito de discutir Ciência possam ser aproveitadas para promover a discussão e a interação entre os alunos sobre possíveis temas científicos.

4. Considerações Finais

Para jovens estudantes tão envoltos em práticas, produção de relatórios e estudos de normas técnicas, o contato com projetos e intervenções pedagógicas que valorizem e busquem a interseção entre a Ciência e Arte pode ser uma experiência singular em suas formações que contribua com um ensino e aprendizado de Ciências mais humanizado, crítico e reflexivo. Antes mesmo da construção de um diálogo entre a Ciência e a Arte, esta proposta pode ser um dos poucos momentos em que esses estudantes terão contato com a Arte em suas formações.

Independentemente de sua área de formação e atuação, quando o professor faz uso da poesia ou da música, ele está valorizando um elemento chave em sua práxis: a linguagem. Ao assumir esta postura, ele contribui para a valorização de uma educação que não é bancária, que busca o diálogo e que dá liberdade de expressão e fala aos seus alunos.

Escolhemos, neste texto, fazer uma análise mais aprofundada da relação da Ciência com a música, a poesia e as histórias em quadrinhos. Entretanto, há outras possibilidades se considerarmos as onze manifestações existentes (música, dança, pintura, escultura, teatro, literatura, cinema, fotografia, histórias

em quadrinhos, jogos eletrônicos e arte digital). O professor pode, portanto, desenvolver projetos e intervenções em Ciência e Arte convergentes com as modalidades com as quais possui maiores afinidades ou ainda abrir-se a possibilidades que envolvam campos artísticos menos familiares, mas que possam enriquecer ainda mais a sua prática docente.

Por fim, devemos ter em mente que a formação dos estudantes não deve ser meramente voltada para a geração de mão de obra para a indústria e empresas de tecnologia. A aliança entre Ciência e Arte pode ser uma das vias para a busca de uma formação mais integral, humana e crítica. Terminamos nosso texto parafraseando os versos da banda de rock Titãs: esses jovens também querem diversão, arte e ballet. Eles querem inteiro e não pela metade. Eles e nós, professores, temos sede de quê?

6. Referencias

BRASIL. (2018). Ministério da Educação. Base nacional comum curricular.

Cirne, M. (2000). *Quadrinhos, sedução e paixão*. Editora Vozes.

Gedeão, A., & Nunes, N. (2007). *Obra completa*. Relógio d'Água.

GIL, G. (1976). Queremos saber. *O Viramundo*. Rio de Janeiro: PolyGram.

Gullar, F. (2024). *Em alguma parte alguma*. Companhia das Letras.

INMETRO. (2017). *Cartilha INMETRO para lâmpadas LED*. http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf.

Lemke, J. L., & García, A. (1997). Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores.

Linch, L. R. (2016). O princípio Dilbert e a educação: humor e crítica à gestão do trabalho em uma tira em quadrinhos. *História, histórias*, 4(7), 129-148.

MCCLOUD, S. (2005). Desvendando os quadrinhos–São Paulo: M. *Brooks do Brasil Editora Ltda*.

Ramos, K., & Barbosa-Lima, M. D. C. A. A multissensorialidade na canção "Trem das cores", de Caetano Veloso: uma abordagem poética para o ensino de óptica para pessoas com deficiência visual. *Anais do XVIII encontro de pesquisa em ensino de física [livro eletrônico]: a pesquisa em ensino de física e as tensões político-democráticas da atualidade: para onde vamos*, *1*.

Ramos, K. S., & BARBOSA-LIMA, M. C. A. (2021). Uma aula cabe em um poema. *XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, *13*.

Rezende Filho, L. A. C., Bastos, W. G., Junior, A. D. A. P., Pereira, M. V., & de Sá, M. B. (2015). Contribuições dos estudos de recepção audiovisual para a educação em ciências e saúde. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, *8*(2), 143-161.

Rocha, R. D. C. M., Silva, R. W. N., Araújo-Jorge, T. C., & Ferreira, R. R. (2021). O papel do canal "Rede Ciência, Arte e Cidadania" durante a pandemia de COVID-19: ações para fortalecimento do campo de ensino, pesquisa e extensão no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, *14*(3).

Root-Bernstein, B., Siler, T., Brown, A., & Snelson, K. (2011). ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. *Leonardo*, *44*(3), 192-192.

Silveira, J. R. A. D., Malina, R. F., & Lannes, D. (2018). Arteciência: um retrato acadêmico brasileiro. *Ciência e Cultura*, *70*(2), 46-55.

Simonyi, K. (2012). *A cultural history of physics*. CRC Press.

Souza, E. O. R. (2018). *Física em quadrinhos: uma metodologia de utilização de quadrinhos para o ensino de física* (Doctoral dissertation).

Souza, E. O. R., & Vianna, D. M. (2021). FÍSICA EM QUADRINHOS: Te vi na TV. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, *5*(3), 79-98.

Sousanis, N. (2017). Desaplanar. *São Paulo: Veneta*.

Veloso, C. (1972). Trem das cores. *Cores, Nomes*. *São Paulo: BMG*.

Zanetic, J. (2006). Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-posições*, 17(1), 39-57.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21603

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

ESTADO DO CONHECIMENTO: CONTRIBUIÇÕES DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO E NA FORMAÇÃO CONTINUADA EM MATEMÁTICA

ESTADO DEL CONOCIMIENTO: APORTACIONES DE LA GAMIFICACIÓN A LA ENSEÑANZA Y FORMACIÓN PERMANENTE EN MATEMÁTICAS

STATE OF KNOWLEDGE: CONTRIBUTIONS OF GAMIFICATION TO TEACHING AND CONTINUING EDUCATION IN MATHEMATICS

Evaleis Fátima Curvo 1*, Marcelo Franco Leão 2**

Curvo, E. F.; Leão, M. F. (2025). Estado do conhecimento: uso da gamificação no ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 20 (1), pp 117-137 DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21603

Resumo

A gamificação é um procedimento de aprendizagem provocador e, quando executado, possui a capacidade de aperfeiçoar o engajamento do aluno, colaborando para a compreensão em relação ao conhecimento. O objetivo da pesquisa é compreender a contribuição do uso da gamificação como estratégia no processo de ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática. A questão que move a investigação é: Qual a contribuição da gamificação no ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática? Para isso, este artigo realiza uma pesquisa bibliográfica nos bancos de dados da Scielo e Periódicos da Capes de artigos publicados sobre o uso da gamificação para o ensino da Matemática, em um recorte temporal da última década 2012 a 2022. A pesquisa é do tipo estado do conhecimento e faz uma abordagem descritiva, exploratória e qualitativa. Para a seleção dos artigos, foi feita uma análise dos títulos, resumos e palavras-chave para fins de reconhecimento de quais artigos tinham relação direta com a temática "Gamificação". A pesquisa mostrou que, ao inserir um método ativo, como a gamificação, os estudantes demostram mais interesse e eficiência ao realizar o que foi proposto. Além disso, observa-se a necessidade de formação continuada para professores de matemática com a metodologia da gamificação. Trata-se de uma estratégia que motiva o processo de ensino-aprendizagem, funcionando como uma tática que envolve a tecnologia que está presente no cotidiano do estudante. Espera-se que essa pesquisa possa estimular outros professores a desenvolverem práticas de metodologias ativas no ensino aprendizagem da Matemática, tornando suas aulas

Recibido: 26 de marzo de 2024, aceptado: 16 de enero de 2025

* Mestre em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Brasi. evaleisjauru@hotmail.com - ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6922-127X

** Doutor em Educação e Ensino de Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Brasil. marcelo.leao@cfs.ifmt.edu.br – ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9184-916X

mais dinâmicas e divertidas, proporcionando aos estudantes uma aprendizagem efetiva e eficaz. Espera-se ainda que a escola venha desenvolver cursos de formação continuada para professores de Matemática sobre a gamificação, uma vez que esse método leva em consideração as experiências vivenciadas na atualidade dos estudantes, que são os elementos de jogos digitais e a tecnologia.

Palavras-Chave: Educação Matemática; Ensino. Gamificação; Metodologia Ativa.

Resumen

La gamificación es un procedimiento de aprendizaje provocador y, cuando se lleva a cabo, tiene la capacidad de mejorar el compromiso de los estudiantes, colaborando con la comprensión en relación con el conocimiento. El objetivo de la investigación es conocer la contribución del uso de la gamificación como estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje y formación continua en matemáticas. La pregunta de investigación es: ¿Cuál es la contribución de la gamificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y educación permanente en Matemáticas? Para ello, este artículo realiza una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Scielo y Revistas de la Capes de artículos publicados sobre el uso de la gamificación para la enseñanza de las matemáticas, en un marco temporal de la última década 2012 a 2022. La investigación es del tipo estado del conocimiento y tiene un enfoque descriptivo, exploratorio y cualitativo. Para seleccionar los artículos, se analizaron los títulos, resúmenes y palabras clave con el fin de reconocer qué artículos estaban directamente relacionados con el tema «Gamificación». La investigación ha demostrado que utilizando un método activo como la gamificación, los alumnos muestran más interés y eficacia en la realización de lo propuesto. Además, es necesaria una mayor formación del profesorado de matemáticas utilizando la metodología de la gamificación. Se trata de una estrategia que motiva el proceso de enseñanza-aprendizaje, funcionando como una táctica que involucra tecnología que está presente en la vida cotidiana de los estudiantes. Se espera que esta investigación anime a otros profesores a desarrollar metodologías activas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, haciendo sus clases más dinámicas y divertidas, proporcionando a los alumnos un aprendizaje eficaz y eficiente. También se espera que la escuela desarrolle cursos de formación continua para profesores de matemáticas sobre gamificación, ya que este método tiene en cuenta las experiencias actuales de los estudiantes, que son los elementos de los juegos digitales y la tecnología.

Palabras clave: Educación matemática; Enseñanza. Gamificación; Metodología activa.

Abstract

Gamification is a provocative learning procedure and, when carried out, has the ability to improve student engagement, contributing to understanding in relation to knowledge. The aim of the research is to understand the contribution of using gamification as a strategy in the teaching-learning process and continuing education in mathematics. The research question is: What is the contribution of gamification to teaching-learning and continuing education in mathematics? To this end, this article

carries out a bibliographic search in the Scielo and Capes journals databases of articles published on the use of gamification for teaching mathematics, in a time frame of the last decade from 2012 to 2022. The research is of the state of knowledge type and takes a descriptive, exploratory and qualitative approach. To select the articles, an analysis was made of the titles, abstracts and keywords in order to recognize which articles were directly related to the theme "Gamification". The research has shown that by using an active method such as gamification, students show more interest and efficiency in carrying out what has been proposed. In addition, there is a need for continuing education for math teachers using the gamification methodology. It is a strategy that motivates the teaching-learning process, working as a tactic that involves technology that is present in students' daily lives. It is hoped that this research will encourage other teachers to develop active methodologies in the teaching and learning of mathematics, making their classes more dynamic and fun, providing students with effective and efficient learning. It is also hoped that the school will develop continuing education courses for math teachers on gamification, since this method takes into account the current experiences of students, which are the elements of digital games and technology.

Keywords: Mathematics Education; Teaching. Gamification; Active Methodology.

1. Introdução

A gamificação representa uma abordagem pedagógica que emprega elementos de jogos para cativar a atenção dos estudantes, incentivando sua participação, uma vez que oferece recompensas. Isso pode estimular os estudantes a se envolverem em competições e tarefas propostas, experimentando a sensação de estarem imersos em um ambiente lúdico.

É importante salientar que a utilização de elementos de jogos para motivar e engajar estudantes já vem sendo explorada há décadas, principalmente em jogos educacionais e em programas de treinamento corporativo. Segundo Busarello, Ulbricht e Fadel (2014), a utilização de estrelinhas como recompensa são práticas gamificadas que já eram utilizadas na educação antes mesmo do surgimento do termo gamificação. Isso mostra como a gamificação pode ser vista como uma evolução dessas práticas, que agora são mais sofisticadas e baseadas em evidências científicas sobre motivação, aprendizagem e engajamento.

De acordo com Baldessar e Quinaud (2017), a gamificação é um procedimento de aprendizagem desafiador, mas possível. Quando executado, possui a capacidade de aperfeiçoar o engajamento do estudante, vindo a colaborar para a compreensão do conhecimento. Nesse sentido, a utilização da gamificação no processo de ensino da educação matemática pode ser justificada pelo fato de que muitos estudantes enfrentam dificuldades de aprender os conteúdos dessa disciplina. Muitas vezes, por considerarem o conteúdo monótono e desinteressante, que são características de um ensino engessado (Deterding, Dixon, Khaled e Nacke, 2011).

Por essa razão, é relevante adicionar a gamificação nas práticas de ensino, pois poderá tornar o aprendizado mais envolvente e motivador, uma vez que ele utiliza elementos de jogos para incentivar os estudantes a promoverem uma aprendizagem mais significativa. Além disso, a gamificação pode estimular a resolução de problemas, a colaboração entre os estudantes e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a perseverança e a resiliência, que são importantes tanto para a vida acadêmica quanto para a vida profissional.

Assim, o objetivo desse estudo é compreender a contribuição do uso da gamificação como estratégia no processo de ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática. A questão que move a investigação é: Qual a contribuição da gamificação no ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática? Para isso, este artigo realiza uma pesquisa bibliográfica nos bancos de dados da Scielo e Periódicos da Capes de artigos publicados sobre o uso da gamificação para o ensino da Matemática, em um recorte temporal da última década 2012 a 2022.

2. Reflexões teóricas sobre gamificação

O termo "gamificação", segundo a autora Quast (2020), foi idealizado em 2002 por Nick Pelling, pesquisador britânico e programador de computadores, porém só ganhou popularidade a partir de 2010, abrangendo as áreas de saúde, militar, educacional e empresarial (Deterding et al., 2011; Burke, 2015).

De acordo com Mendes (2019), autores como McGonigal (2012), Kapp (2012) e Deterding et al. (2011) foram alguns dos primeiros estudiosos a se empenharem na investigação da gamificação em nível internacional. No âmbito nacional, destacam-se autores como Alves (2015), Zouhrlal et al. (2015) e Busarello (2016), os quais desempenharam um papel fundamental ao contribuir para a implementação e orientação da gamificação no processo educacional, bem como para o seu contínuo aprimoramento.

Gamificação, segundo Busarello (2016), é

> [...] um sistema utilizado para a resolução de problemas através da elevação e manutenção dos níveis de engajamento por meio de estímulos à motivação intrínseca do indivíduo. Utiliza cenários lúdicos para a simulação e exploração de fenômenos com objetivos extrínsecos, apoiados em elementos utilizados e criados em jogos (Busarello, 2016, p. 18).

Nessa compreensão, a gamificação traz os artefatos dos jogos, tais como pontuação, placar de líderes, emblemas ("badges" no original), moedas virtuais, narrativa e avatares (Dicheva, Dichev, Agre e Angelova, 2015). Ou seja, reúne elementos capazes de gerar interesse e motivação aos sujeitos envolvidos com essa metodologia ativa.

Conforme Chou (2015), a gamificação utiliza estruturas e elementos com o objetivo de tornar o desenvolvimento da aprendizagem mais acessível e organizado. Para ele, essa metodologia tem como objetivo principal redesenhar atividades comuns dos usuários, buscando motivação e o melhor desempenho na realização de atividades que se assemelham àquelas presentes em seu cotidiano, potencializando o engajamento ou cativando novas pessoas.

Chou (2015) e Araujo (2016) destacam que a aplicação de crachás, pontos e "leaderboards" (tabelas de classificação), tão comuns na gamificação, não é uma condição obrigatória para que o conhecimento seja gamificado. Embora seja possível realizar a gamificação com apenas um elemento, a incorporação de vários elementos de forma eficaz a tornará mais completa.

Diante disso, outro fator essencial, aliado à metodologia ativa da gamificação, é o avanço tecnológico vivenciado por todos os indivíduos no ambiente escolar e em suas rotinas. Sendo assim, o mundo do trabalho exige que as pessoas adquiram novas experiências e desenvolvam novas habilidades, além das habilidades tradicionais, como a comunicação, ou seja, falar e escrever (Kenski, 2007).

É preciso ter domínio de diversas tecnologias e linguagens, uma vez que elas fornecem informações rápidas e relevantes. A sociedade vive em um ritmo de produção em constante evolução, que exige que as pessoas se adaptem rapidamente e sejam capazes de assimilar informações de forma ágil.

Assim, o avanço tecnológico resulta em uma busca constante por conhecimento. Segundo Prensky (2001), os indivíduos que cresceram em meio às mídias tecnológicas são conhecidos como nativos digitais, pois demonstram habilidades destacadas no uso de recursos virtuais, e os jogos são abundantemente explorados por eles. Nesse contexto, a gamificação contribui para oferecer um ensino dinâmico centrado nos estudantes e, nesse processo, o professor não é apenas um mero transmissor de informações, mas ocupa o papel de mediador do processo de ensino-aprendizado dos estudantes.

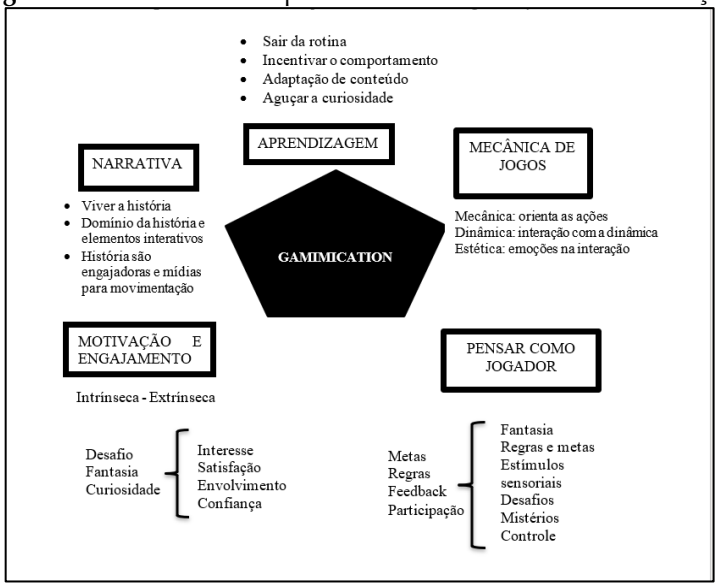
Para alcançar os efeitos desejados neste estudo, é preciso compreender o que é um jogo. Karl Kapp (2012) define o jogo como um sistema no qual os participantes se envolvem em um desafio abstrato, delimitado por um conjunto de regras estabelecidas, envolvendo interatividade, ou seja, trocas constantes entre os jogadores e o ambiente virtual.

Além disso, fornece aos jogadores feedback sobre seu desempenho, pois o objetivo final é alcançar um resultado quantificável e, muitas vezes, provocar uma resposta emocional nos competidores. Em um contexto que relaciona aprendizagem e jogo, Kapp (2012) afirma que essa relação desperta uma espécie de reação emocional, baseada na ideia de diversão.

A ideia de ensino-aprendizagem por meio de jogos não é muito recente. Piaget (1993), por exemplo, já enfatizava que os jogos desempenham um papel fundamental no desenvolvimento das percepções, inteligência, habilidades experimentais e interações sociais das crianças. Dessa forma, as crianças têm a oportunidade, por meio dos jogos, de se envolver ativamente na aprendizagem, entusiasmando-se com as atividades propostas pelo professor, que normalmente são consideradas monótonas.

Nesse sentido, Fardo (2013) relata que a gamificação surgiu devido ao grande público envolvido em jogos. Esse público tornou os jogos populares e foi influenciado por eles, aproveitando suas capacidades inseparáveis de motivar a ação, solucionar problemas e potencializar a aprendizagem em diversas áreas do conhecimento e na vida das pessoas.

Figura 1. Cinco variáveis que definem o conceito de Gamificação



Fonte: Adaptado pelos autores (Busarello, 2016, p. 35).

Para Mcgonigal (2012), a gamificação é uma estratégia que envolve o sujeito, pois é algo que provoca e aguça nele a vontade de vencer uma competição. A gamificação apresenta características dos jogos, como o alcance de metas, o estabelecimento de regras, o sistema de feedback e a participação voluntária. Assim, a gamificação pode ser definida de diversas maneiras, como as formuladas pelos autores.

Diante desse contexto, Busarello (2016) apresenta cinco variáveis que definem o conceito de gamificação de forma independente, ajustando-as para que tenham uma visão geral e sejam capazes de alcançar os objetivos de forma mais satisfatória, como pode ser visto na Figura 1.

Como aponta a Figura 1, a aprendizagem, a mecânica de jogos, a motivação e o engajamento são conceitos interligados, que podem ser explorados no contexto de pensar como se estivesse em um jogo. Essa dinâmica, segundo Busarello (2016), é conhecida como gamificação. Além disso, Alves (2015), afirma que a gamificação é uma ferramenta que potencializa o processo de ensino, pois motiva e incentiva uma aprendizagem ativa e eficaz.

Para Mcgonigal (2012), a gamificação é uma estratégia que envolve o sujeito, pois é algo que provoca e aguça a vontade de vencer a competição. Nesse sentido, a gamificação apresenta características dos jogos, como o alcance de metas, o estabelecimento de regras, o sistema de feedback e a participação voluntária. Assim, a gamificação pode ser definida de diversas maneiras, como as formuladas pelos autores.

De acordo com Busarello (2014), a gamificação não consiste em criar jogos, mas em utilizar seus elementos, que são populares entre os estudantes, para resolver problemas do mundo real. Segundo o autor, essa abordagem busca aproveitar os princípios e as dinâmicas dos jogos para engajar e motivar as pessoas, promovendo uma maior participação para alcançar resultados significativos. Em outras palavras, inserir a gamificação como prática educativa pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do ensino e aumentar o interesse dos estudantes pela aprendizagem.

Zichermann (2011) também destaca que o alvo da gamificação não é apenas engajar o sujeito em um ambiente que não seja um jogo, mas também motivar o estudante a atingir o objetivo proposto ao realizar uma atividade no espaço educacional. Assim, pode-se encarar a gamificação no ensino como uma estratégia que contém os seguintes elementos: regras, metas/missão e/ou conflitos/desafios, feedback, níveis de dificuldade e/ou pontos/placar e, principalmente, engajamento.

3. Metodologia

A presente pesquisa tem caráter bibliográfico, descritivo e exploratório, do tipo estado do conhecimento e a abordagem é qualitativa.

De acordo com Morosini e Fernandes (2014), a pesquisa do tipo estado do conhecimento proporciona uma compreensão mais aprofundada do estudo realizado e assegura a confiança das fontes pesquisadas e exploradas ao longo de sua realização.

Para Andrade (2010), a pesquisa bibliográfica é obrigatória na realização de pesquisas exploratórias, na delimitação do tema de um trabalho ou pesquisa, no desenvolvimento do assunto, em citações, na apresentação das conclusões. De acordo com o autor, "[...] todos, sem exceção, para elaborar uma pesquisa científica deverão empreender pesquisas bibliográficas" (Andrade, 2010, p. 25).

Essa pesquisa foi realizada por meios dos artigos científicos produzidos na última década sobre os trabalhos referentes à metodologia ativa, gamificação no ensino-aprendizagem e formação continuada em Matemática, ou seja, estudos realizados de 2012 a 2022 publicado nos bancos de dados da Scielo e Periódicos da CAPES.

Para a busca dos artigos científicos foram utilizadas as palavras-chave: "Gamificação na educação matemática", "Aprendizagem baseada nos elementos dos games em Matemática", "Formação de professores e gamificação", "Formação continuada e gamificação", "Formação de professores e metodologias ativas".

O resultado dessa busca apresentou 22 artigos. Para a seleção dos artigos, foi feita uma análise dos títulos, resumos e palavras-chave com a finalidade de selecionar aqueles que tratavam sobre a gamificação no ensino da matemática e que abordavam sobre formação continuada de professores sobre a gamificação. Assim, dos artigos encontrados nas plataformas da Capes e da Scielo, foram selecionados nove: seis que tratavam da gamificação no ensino da Matemática e três que abordavam sobre cursos de formação continuada a respeito de gamificação.

A pesquisa qualitativa, segundo Gerhardt e Silveira (2009), não prioriza a questão numérica, mas busca aprofundar a compreensão dos fenômenos estudados de uma comunidade ou um grupo social, seu foco está em explorar e interpretar aspectos relevantes e contextuais. Nesse sentido, a pesquisa analisa os nove artigos encontrados com o objetivo de analisar a contribuição da metodologia da gamificação para o ensino da matemática e para a formação continuada de professores.

4. Resultados e Discussões

Para chegar aos resultados e realizar a discussão deste estudo, realiza-se avaliação dos artigos publicados na última década, de 2012 a 2022, que usaram a gamificação para o ensino da matemática e que tratavam da formação continuada sobre gamificação. Busca-se compreender a contribuição da gamificação no processo de ensino e aprendizagem e a formação continuada em Matemática.

Os noves artigos encontrados foram organizados em dois quadros, que serão analisados a seguir.

O Quadro 1 apresenta as características básicas dos artigos que discutem a gamificação no ensino de Matemática e o Quadro 2 mostra as características básicas dos estudos acerca da formação continuada sobre gamificação

Quadro 1. Características básicas da produção científica sobre a gamificação no ensino de Matemática

Autores	Principais teóricos	Conteúdos	Estratégias de ensino utilizadas	Recursos pedagógicos	Público-alvo	Objetivo	Principais resultados
Marinho *et al.* (2016)	Piaget, (1971); D'Ambrósio (1996); Carvalho (2014); Kapp, (2012).	Quatro operações básicas.	Gamificação e Jogos digitais.	Aplicativo móvel para a plataforma Android.	Estudantes do 1º ao 3º ano do Fundamental I.	Proporcionar um estudo de caso de desenvolvimento de software de base para a instrução da educação matemática.	A tecnologia admitiu probabilidade de implantar princípios nos programa dos componentes curriculares para engajar os estudantes e inventar seus próprios jogos digitais na educação.
Guimarães, Santos e Carvalho (2018).	Deterding (2011); Kapp; (2013); Chou (2015);	Quadriláteros e Polinômio.	Gamificação (Octalysis) e Jogos digitais.	Aulas gamificadas com jogos digitais com os componentes Imprevisibilida	44 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental II.	Apresentar duas metodologias: (i) a aprendizagem invertida e (II) a gamificação, implementadas	As aulas com gamificação motivaram os estudantes para a disciplina de Matemática, tendo estes revelado mais empenho

	Araújo (2016).			de e Curiosidade, Sentido Épico e Vocação, Propriedade e Posse, Perda e Prevenção e feedback.		nas aulas de Matemática, nos 7º e 8º anos de escolaridade, numa escola pública do norte de Portugal, durante os anos letivos de 2016/2017 e de 2017/2018.	nas atividades realizadas e contribuiu de forma significativa para a consolidação de conhecimentos.
Martins, Maia e Tinti (2020).	Mattar (2010); Araújo (2015); Busarello (2016).	Números inteiros e as quatro operações.	Gamificação e jogos.	Elaboração de avatares e Jogo de cartas com códigos QR (quick response).	15 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental II.	Apresentar uma possibilidade de utilização da Gamificação nas aulas de matemática.	Observou-se que a utilização de elementos dos games, em uma ação didática, pode motivar, de forma lúdica, os estudantes para a ação e a compreensão do conteúdo.
Barreto, Sant'Ana e Sant'Ana (2019).	D'Ambrósio (1993); Busarello, Ulbricht e Fadel (2014).	Quadriláteros, equações do 2º grau, Análise Combinatória, Probabilidade, Trigonometria e Sistemas Lineares.	Gamificação.	WebQuest e Scratch.	Estudantes do 4º semestre de licenciatura do curso de Matemática.	Apresentar uma pesquisa que utilizou este conceito na prática pedagógica, onde discutimos atividades desenvolvidas com os estudantes da disciplina "Informática na Educação Matemática", futuros professores de Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.	Atribuição da proposta de emprego da gamificação e de outros recursos tecnológicos na prática pedagógica do ensino superior, bem como no desenvolvimento - pelos estudantes - de propostas para a escola básica.
Camargo et al. (2022).	Fadel et al. (2014); Raguze e Silva (2016); Prezares e Oliveira (2019); Rosa et al. (2021).	Operações com Frações.	Gamificação e Jogos de cartas.	Plataforma online Kahoot.	Estudantes do 9º do Ensino Fundamental II.	Utilizar a metodologia de Gamificação e analisar como o uso do Framework "Game das Frações" contribui no processo de ensino-Aprendizagem.	Conclui-se que os estudantes têm dificuldades nas operações com frações e demonstraram não conhecê-las como parte de um todo, no entanto, após aplicada a dinâmica, essas dificuldades puderam ser contornadas.

Brito e Almeida (2022).	Zichermann (2011); Burke (2015); Silva (2020).	Análise Combinatória	Gamificação e Plataforma digital.	Wordwall e do H5P.	23 estudantes do 3º ano do ensino médio.	Verificar o quanto as potencialidades da referida prática educacional podem contribuir para melhorias no aprendizado do objeto matemático de Análise Combinatória.	*As* averiguações concretizadas permaneceram nítido o quanto a Gamificação pode oferecer aberturas diversas no que concerne ao aprendizado dos estudantes sobre conteúdo de Análise Combinatória.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados coletados na pesquisa (2023).

Ao observar o Quadro 1, verifica-se, que foram encontrados um total de seis trabalhos que mostram a gamificação como uma estratégia viável para diferentes etapas de escolarização. A busca realizada no banco de dados Scielo e Periódicos da Capes apresentou trabalhos com a metodologia ativa a partir de 2016. Isso mostra que mesmo a gamificação não sendo muito recente – já que foi idealizada em 2002 por Nick Pelling –, ela tem repercutido na educação de forma lenta.

Os seis artigos que discutem a gamificação no ensino da matemática pautam seus estudos em teóricos como Deterling et al. (2011), Mattar (2010), Zimmerman (2012) e Busarello (2016).

Para Deterling et al. (2011), a gamificação pode ser eficaz para aumentar a produtividade e o engajamento dos funcionários, desde que seja implementada de forma apropriada e alinhada aos objetivos organizacionais. Segundo Mattar (2010), a utilização da metodologia ativa, gamificação, instiga o estudante a saber trabalhar em grupo, compartilhar, inovar e ter novas iniciativas, de tomar decisões e interagir com a tecnologia.

Conforme Zimmerman (2012), os elementos de jogos, a exemplo de competição e recompensas, podem motivar os estudantes e melhorar o engajamento. A autora demonstra a importância de projetar atividades de gamificação que se alinhem aos objetivos de aprendizado. Busarello (2016) discute a importância de adaptar a gamificação para atender às necessidades dos estudantes, promovendo o aprendizado significativo e a motivação.

Os conteúdos mais recorrentes nos artigos analisados foram: as quatro operações, quadriláteros e polinômios, números inteiros e as quatro operações, operação com frações, equações do 2º grau, análise combinatória, probabilidade, trigonometria e sistemas lineares.

No artigo intitulado "Aplicação móvel de matemática no ensino básico para crianças do ensino fundamental I do 1ºao 3º ano", desenvolvido por Marinho, Melo, Poggi, Kosiur, Marrane e Boghi (2016), o autor argumenta que vários estudantes que finalizam o Ensino Fundamental I demonstraram dificuldades nas quatro operações básicas.

Os autores (2016) defendem a necessidade de empregar uma prática pedagógica que possa envolver o estudante nesse processo de ensino aprendizagem, visto que vários estudantes têm acesso à tecnologia e dispositivos eletrônicos. Assim, é possível explorar essa realidade para aprimorar a aprendizagem. Ainda, nesse contexto, a gamificação é utilizada como método de ensino para discutir a capacidade de motivar e fomentar o pensamento crítico na aprendizagem da educação matemática.

No artigo "Gamificação na Educação Matemática: uma aplicação com o ensino de frações", de Camargo, Mota, Sakuno e Silva (2022), o autor declara que estudantes têm dificuldades nas operações; e ao trabalharem com frações, demonstram não as conhecerem como parte de um todo. No entanto, quando

é inserida uma estratégia de ensino significativa como a gamificação, por meio de jogos de cartas, as dificuldades apresentadas pelos estudantes são contornadas.

Dentre os conteúdos trabalhados nos artigos científicos, percebe-se a ausência da geometria, visto que ela está presente desde as séries iniciais. Os estudantes, muitas vezes, encontram dificuldades ao trabalhar esse conteúdo com as práticas engessadas e tradicionais apresentadas pelos professores, dificultando o ensino e aprendizagem.

O artigo "A Utilização da Gamificação na Aprendizagem de Análise Combinatória: possibilidades atreladas ao uso do H5P e do Wordwall", de Brito e Almeida (2022), além da gamificação, utiliza como estratégia os jogos analógicos, jogos digitais e plataformas digitais.

Os autores (2022) apresentam a gamificação junto a uma plataforma on-line, e segundo os autores, é importante priorizar, no processo de aprendizagem, o desenvolvimento de estratégias como a gamificação, para objetivar o alcance das potencialidades da prática educacional, podendo contribuir para qualidade e melhorias do aprendizado dos conteúdos proposto.

No artigo "Aprendizagem invertida e Gamificação: duas metodologias envolventes no ensino da Matemática", de Guimarães, Santos e Carvalho (2018), a gamificação foi usada como uma estratégia pedagógica relevante para ser implementada nas aulas de matemática. Os autores apresentam a gamificação ligada a um jogo digital, incorporando as coerências dos instrumentos educativos, motivando os estudantes na aprendizagem, levando-os a terem mais autonomia e participação nos conteúdos ministrados.

Os recursos pedagógicos apresentados pelos autores (2018) são o uso de aplicativo móvel para a plataforma Android, aulas gamificadas com jogos digitais com os componentes: Imprevisibilidade e Curiosidade, Sentido Épico e Vocação, Propriedade e Posse, Perda e Prevenção e Feedback, elaboração de avatares e jogo de cartas com códigos QR (quick response), metodologia WebQuest, linguagem de programação Scratch, plataforma digital Kahoot, Wordwall e H5P.

No artigo "Utilizando a Gamificação em uma intervenção pedagógica nas aulas de matemática do 7° ano", de Martins, Maia e Tinti (2020), os autores discutem o ensino-aprendizagem por meio de uma estratégia que envolve a gamificação e jogos de cartas com códigos QR. A metodologia foi considerada relevante, pois os alunos utilizaram elementos dos jogos, de maneira significativa, motivando-os de forma lúdica, para a ação e a compreensão dos conteúdos que são números inteiros e as quatro operações.

O trabalho discutiu que o uso da gamificação possui componentes relevantes em um cenário de estudantes, em que eles são considerados nativos digitais. Pois torna as aulas significantes quando eles interagem para resolver as atividades propostas por meio dessa metodologia ativa, gamificação.

A metodologia tem uma tática que usa elementos de jogos e as técnicas de designer de jogos em um argumento que não é jogar. A gamificação, segundo os autores (2020), pode ser entendida como um meio de cativar os indivíduos a realizarem uma atividade e progredir, alcançado o resultado almejado.

No artigo "A gamificação no processo de ensino e aprendizagem da matemática por meio da webquest e do Scratch", de Barreto, Sant'Ana e Sant'Ana (2019), a gamificação foi usada com elementos e características viventes em jogos, tendo vários pontos para serem observados, como avatares, pontuação, recompensas entre outros.

Dentro da aprendizagem baseada em jogos, a gamificação é um método capaz de robustecer a aprendizagem dos estudantes, podendo alcançar a resposta que busca nas atividades educativas proposta pelo professor de forma eficaz. Ressalta-se, no entanto, que a gamificação é um método dinâmico que

utiliza elementos de jogos, mas não é exatamente criar jogos. É buscar os elementos dos jogos do ambiente virtual e trazer para sua realidade, ou seja, para a vida (Busarello, 2014).

Nos estudos de Brito e Almeida (2022), os jogos digitais e vídeos interativos, desenvolvidos nas plataformas como Wordwall e H5P, contribuem com as práticas docentes para realizar as atividades com esse público da comunidade on-line. Em outras palavras, os estudantes, ao desenvolverem os saberes diversos e ainda ao promoverem o conhecimento prático sobre a relação entre os componentes curriculares da matemática com a metodologia ativa (gamificação) são motivados a terem uma boa aprendizagem.

Pode-se observar que as abordagens empregadas nos artigos analisados são estratégias que incorporam a gamificação e as tecnologias educacionais. Essas técnicas desempenham um papel fundamental na atualidade, estimulando a criatividade dos estudantes, capacitando-os para assumirem um papel independente e ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Como pôde-se ver até aqui, a gamificação é um método eficaz para fortalecer a aprendizagem dos estudantes. No entanto, para implementar com sucesso atividades gamificadas, é essencial que o corpo docente esteja devidamente preparado.

Os recursos pedagógicos mencionados incluem a preparação e o conhecimento dos professores para criar atividades gamificadas que sejam significativas e alinhadas com a realidade dos estudantes. Além disso, os recursos pedagógicos também envolvem a capacidade do professor de alcançar os objetivos desejados nas atividades educativas, garantindo que os estudantes estejam engajados e aprendam de maneira eficaz por meio da gamificação.

Barreto, Sant'Ana e Sant'Ana (2019), em seus estudos, apresentou o uso da gamificação na prática pedagógica, discutindo as atividades desenvolvidas com os estudantes da disciplina "Informática na Educação Matemática", futuros docentes de Matemática. Neste sentido, foram utilizados os recursos pedagógicos da metodologia WebQuest e o Scratch para criação de atividades gamificadas. Assim, potencializou o desenvolvimento dos estudantes com a proposta de utilização da gamificação com os recursos tecnológicos na prática pedagógica do ensino superior, levando essa estratégia para a educação básica.

Neste contexto, a WebQuest é uma metodologia de ensino em tradução livre, que significa uma busca pela Web. A ideia é de abranger o aprendizado a uma atividade feita totalmente on-line, em que os estudantes devem buscar informações e recursos digitais para completar as atividades proposta pelos professores.

E o Scratch é um tipo de programação visual simples para criar jogos digitais com mais facilidade. Ainda, permite a diferenciação de imagem, sons e histórias. A utilização da gamificação pode contribuir com a busca para superar as dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem da Matemática (Barreto, Sant'Ana e Sant'Ana, 2019).

O artigo de Camargo et al. (2022) trouxe a estratégia da gamificação com a utilização da plataforma on-line Kahoot, para identificar se os estudantes alcançariam diferenciar os conceitos propostos e estimar o nível de informação recebida, visto que esse aplicativo é uma plataforma de ensino- aprendizagem com base em jogos, que pode ser usufruída como tecnologia educacional nas aulas ministradas pelos professores. Seus jogos são testes de múltipla escolha que possibilitam aos estudantes acessarem por um navegador da web ou pelo próprio aplicativo Kahoot.

Marinho et al. (2016), em seus estudos, discutiram que os meios de tecnologia admitiram a probabilidade de inserir nas práticas de ensino métodos que podem influenciar no desempenho da

participação dos estudantes nas atividades em sala de aula. Inclusive nos programas das grades curriculares para motivar os estudantes criando seus próprios jogos digitais educacionais. Diante disso, os estudos de Marinho et al. (Ibidem) contribuíram para que docentes e estudantes desenvolvessem e mostrassem, por meio do caso, que é possível criar aplicativos simples com recursos do nosso cotidiano, abordando as diversas áreas, inclusive a de matemática, podendo ser favorável no processo de ensino-aprendizagem por meio de jogos digitais.

Verifica-se nos artigos selecionados que o público-alvo das pesquisas foi constituído de estudantes do Ensino Fundamental I (1ª à 3ª), Ensino Fundamental II (7º, 8º e 9º ano), Ensino Médio (3º ano) e Ensino Superior (turma do 4º semestre de licenciatura de matemática). O público-alvo é um elemento fundamental a ser considerado ao planejar, desenvolver e implementar programas de ensino, treinamentos e atividades educacionais.

É importante ressaltar que para atender o público-alvo, os educadores devem considerar as características, necessidades e interesses específicos dos estudantes. Isso envolve a adaptação de estratégias de ensino, materiais e recursos pedagógicos para garantir que sejam apropriados e envolventes para o grupo de estudantes em questão.

O artigo de Guimarães, Santos e Carvalho (2018) apresenta os conteúdos quadriláteros e polinômios desenvolvidos no Ensino Fundamental II com seus 44 estudantes do 7° e 8° ano, que foram empregados componentes de Octalysis. O Octalysis é um modelo do Framework que está baseado em oito impulsos dos seres humanos guiando as decisões e comportamentos diariamente, trazido pelo palestrante internacional que discute a gamificação Chou (2015).

Para Guimarães, Santos e Carvalho (2018), a gamificação motiva os estudantes para o ensino aprendizagem. Ela tem sido usada para envolver os estudantes em sala de aula e tornar o aprendizado mais divertido, interativo e eficaz. De acordo com McGonigal (2012), a gamificação é um método que envolve o indivíduo, pois está voltado para a sua realidade e cotidiano, aumentando o desejo e a vontade de alcançar o almejado.

Para o autor (2012), a gamificação aumenta o desejo e a vontade de atingir metas e objetivos educacionais. A comparação entre esses autores revela uma convergência em relação à gamificação como uma estratégia que utiliza elementos de jogos para envolver os estudantes de maneira positiva no processo de aprendizado. Ambos os autores destacam a importância da motivação e do engajamento dos estudantes, e a gamificação é vista como uma ferramenta eficaz para alcançar esses objetivos.

Os estudos de Brito e Almeida (2022) trabalham com os conteúdos de análise combinatória inserida na turma do 3º ano, com 23 estudantes. Foram usadas plataformas de atividades interativas com intuito de internar, no meio educacional, as tecnologias digitais apresentadas pelos recursos Worderwall e do H5P. Worderwall, uma plataforma de jogos interativos digitais, apresenta vários quizzes, competições, pontuação entre outros elementos de jogos.

O H5P é um recurso que permite criar diversas aplicações que interagem com os estudantes, por exemplo, apresentações com vídeos, questionários e verdadeiro ou falso. Trata-se de modelos de estratégia que envolvem os elementos da gamificação como, motivação, interação, competição entre outros.

Os objetivos dos estudos levantados tiveram praticamente as mesmas propostas, a de envolver os estudantes de maneira eficaz no processo de aprendizagem. A abordagem da gamificação, ao incorporar elementos característicos dos jogos à realidade estudantil, visa criar uma experiência de aprendizado significativa. Isso é alcançado a partir das vivências cotidianas dos estudantes, considerando que a maioria deles possui dispositivos digitais multifuncionais.

Esses dispositivos, com suas diversas funcionalidades, podem ser aproveitados de maneira produtiva para enriquecer o conhecimento em sala de aula.

Os principais resultados indicam que a gamificação tem um impacto positivo na motivação dos estudantes para participar de atividades educacionais. Isso pode ser evidenciado por meio do aumento do envolvimento e entusiasmo dos estudantes em relação ao processo de aprendizado. Os meios tecnológicos facilitaram as apresentações do ingresso da estratégia pedagógica gamificada nos componentes curriculares, incentivando a participação dos estudantes e motivando-os a inventar seus próprios jogos digitais no campo educacional.

Diante dos principais resultados dos estudos analisados, ficou nítido a relevância do professor apresentar recursos pedagógicos com estratégia da gamificação ao ensino da matemática, para motivar o aluno a realizar suas atividades em sala de aula, proporcionando todos os caminhos que o estudante precisa percorrer, para que ocorra um processo de ensino-aprendizagem eficaz.

A segunda parte da pesquisa consistiu em analisar o Quadro 2, que trata dos artigos que abordam a formação continuada no ensino da matemática com a gamificação no processo de ensino-aprendizagem do estudante.

O quadro 2 apresenta as características das produções da última década de 2012 a 2022.

Quadro 2. Características básicas da produção científica selecionada

Autores	**Principais teóricos**	**Atividade formativa proposta**	**Materiais utilizados**	**Público-alvo**	**Objetivo**	**Principais resultados**
Barrére et al. (2017).	Fardo (2013); Litto (2014); Bussarello (2016); Kenski (2017).	Um curso de formação continuada, em um ambiente virtual.	Gamificação (Elaboração de MOOC Tecnologias Digitais).	Professores de Matemática.	Apresentar as etapas percorridas na elaboração do MOOC Tecnologias Digitais para o Ensino de Matemática.	Foi constatado que a gamificação impacta na forma como o participante interage com os materiais presentes na plataforma do curso e as atividades propostas.
Eisermann et al. (2019).	D'Ambrosio (1996); Bassanezzi (2002); Kishimoto (2003).	Experimentação das metodologias da Modelagem Matemática, Jogos e Tecnologias, por meio de uma oficina.	Plataforma Khan Academy, Torre de Hanói Online, Software GeoGebra e Plataforma Kahoot.	Professores de matemática da Educação Básica.	Evidenciar as potencialidades da utilização dessas metodologias diferenciadas nos processos de ensino e aprendizagem de matemática.	Mostrar a importância de aliar o processo de ensino a autonomia do estudante e na promoção de sua atuação na sociedade, por meio da construção do seu próprio conhecimento a um ambiente de instigação da capacidade inventiva dos estudantes.

Martins e Tinti (2022).	Fardo (2013); Coelho (2017); Padilha (2018); Brito (2020).	Levantamento e análise das produções acerca do uso da Gamificação	44 estudos de Teses e Dissertações (BDTD) considerando as palavras-chave: gamificação e matemática.	Formação de professores de matemática.	Apresentar um levantamento e análise das produções acerca do uso da Gamificação nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática e suas potencialidades em educação, mais especificamente aquelas que são voltadas para a formação inicial e continuada de professores que ensinam matemática.	O estudo apresenta a necessidade de se repensar práticas tradicionais de ensino de Matemática, indicando que os professores – ou futuros professores – precisam de ensejos de conhecer as formações iniciais ou continuadas, sobre as diversidades de estratégias ativas, como a gamificação.
Padilha e Webber (2022)	Valente (2008); Mcgonigal (2012); Silva e Pentead (2013); Busarello, Ulbrich e Fadel (2014).	Produção de objetos de aprendizagem gamificados.	Software GeoGebra.	Formação de 22 Professores de matemática.	Tratar da temática da formação continuada de professores que atuam na área da matemática a fim de que eles desenvolvam estratégias de ensino a partir da utilização da gamificação aliada ao software GeoGebra.	Os resultados desta atividade revelam que a formação continuada é um dos meios possíveis para se compartilhar estratégias gamificadas que repercutem com sucesso nas práticas docentes.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados coletados na pesquisa (2023).

Ao examinar o Quadro 2, observa-se quatro estudos, que demonstram que a formação continuada é de grande relevância, para trabalhar com o grupo de professores de matemática, ofertando metodologias que vão incentivar o desejo e o querer dos estudantes a participarem das aulas ministradas pelos professores.

Por meio dos levantamentos desses quatro artigos, defrontaram-se na fundamentação teórica os autores basilares da temática, formação continuada de professores de matemática com a gamificação como D'Ambrosio (1996), Valente (2008) Padilha (2018), Busarello (2016), Coelho (2017) e Brito (2020).

No artigo "Modelagem matemática, jogos e tecnologias: explorando algumas metodologias de ensino em um curso", de Eisermann, Seimetz, Marchiori, Braido e Schulz (2019), os autores mencionam que, para D'Ambrósio (1996), as instituições de ensino não se revelam pelo aspecto de informação arcaico e excedido e, muitas vezes, aprisionado, principalmente, ao se falar em ciências e tecnologia. Será fundamental para a escola estimular a obtenção e a organização, a geração e a difusão do conhecimento significativo, conectado na realidade vivenciada na sociedade. Isso será impossível de alcançar sem o extenso emprego da tecnologia no ensino.

A informática e comunicação prevalecerão à tecnologia educacional (D'Ambrósio, 1996). Diante disso, é imprescindível a necessidade de cursos de formação que indiquem aos professores novas metodologias de ensino, apropriadas para tornar o ensino-aprendizagem mais motivante e prazeroso aos estudantes (Coelho, 2017).

O artigo "Levantamento das produções acerca do uso da Gamificação nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática: um olhar para a formação de professores que ensinam Matemática", de Martins e Tinti (2022) traz o pensamento de Brito (2020), de que a formação continuada proporciona aos professores uma capacitação para contrair experiências e aliar novas metodologias ativas, como a gamificação, e ainda possibilita a coerência dessa estratégia ao ensino de Matemática. Assim, gera sensação de vontade de aprender pelo educando, de modo que ela passa a sentir-se motivado a realizar as atividades, envolvendo-se de forma ativa no que for proposto pelos professores, direcionando ao processo de ensino-aprendizagem, estimados pelos docentes como aspectos expressivos do aproveitamento da gamificação na educação.

O artigo "Explorando a gamificação na formação docente com o software Geogebra", de Padilha e Weber (2022) aborda vários objetivos a serem trabalhados na formação continuada com a utilização das tecnologias educacionais e jogos no conjunto do ensino e aprendizagem. Para isso, é relevante a criação de programas de formação continuada, direcionados aos professores, voltados para diversas estratégias, inclusive a gamificação. Nesse sentido, Padilha e Weber (2022), apoiados nos estudos de Valente (2008), defendem a necessidade de introduzir a informática no ambiente escolar, ou seja, na educação. Ela apresenta soluções transformadoras nas ações formativas e novas abordagens temáticas relevantes na formação continuada.

O artigo "Aspectos metodológicos e de gamificação em um MOOC sobre tecnologias digitais para o ensino de Matemática", de Barrére, Coelho, Camponez (2017), discute a aplicação da gamificação na educação, explorando como a gamificação pode ser usada para tornar o ensino mais envolvente e eficiente, com foco nas necessidades dos estudantes.

Dentre as atividades formativas mais recorrentes dos artigos científicos encontram-se curso de formação continuada, em um ambiente virtual; experimentação das metodologias da Modelagem Matemática, Jogos e Tecnologias, por meio de uma oficina; levantamento e análise das produções acerca do uso da Gamificação; e produção de objetos de aprendizagem gamificados.

Os estudos de Eisermann et al. (2019) discutem que a formação continuada necessita configurar um processo consecutivo e intermitente no desempenho profissional docente, nesse sentido, eles realizaram uma atividade formativa por meio de uma oficina para explorar os conceitos referentes aos polígonos e à potenciação. A oficina ocorreu em um período vespertino. Os ministrantes da formação iniciaram abordando os temas a serem desenvolvidos, submergindo a experimentação das metodologias da Modelagem Matemática, Jogos e Tecnologias por meio de diversas plataformas, envolvendo a tecnologia. Na oficina foram apresentadas matérias que despertam os estudantes para se envolverem nas atividades propostas com autonomia e eficácia.

O trabalho de Barrére, Coelho, Camponez (2017) mostra que a formação docente se torna uma ação fundamental, garantindo um ensino vigoroso. Dessa forma, os autores ofertaram um curso de formação continuada, em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), por meio de um MOOC. O MOOC são cursos abertos em rede, em que diversas pessoas podem ter acesso. O curso foi dividido em três módulos e, ainda, contou com um módulo introdutório para ambientação da plataforma.

Os estudos de Barrére, Coelho, Camponez (2017) demonstraram a gamificação como um componente que pode potencializar a atratividade por cursos on-line, considerando que os seus recursos, quando bem articulados, potencializam a forma de interação dos participantes com os materiais de estudo disponibilizados, o que influencia diretamente na qualidade das discussões presentes nos fóruns e nas demais avaliações necessárias à sua conclusão.

Os recursos empregados nos estudos de Barrére, Coelho, Camponez (2017) incluíram uma abordagem gamificada na elaboração do MOOC Tecnologias Digitais; a utilização da Plataforma Khan Academy, a Torre de Hanói Online, o software GeoGebra e a Plataforma Kahoot. Além disso, 44 estudos de teses e dissertações disponíveis na Base de Dados de Teses e Dissertações (BDTD).

Os estudos de Eisermann et al. (2019) evidenciam que, ao empregar metodologias que motivam e cativam os estudantes, a participação deles nas atividades desenvolvidas se torna muito mais eficaz. Para os autores, há necessidade de formação continuada, pois muitos professores não se apropriam de certas metodologias por falta de habilidade que possam envolver a tecnologia. Assim, trouxeram várias oficinas que envolvesse a tecnologia, mas também poderia usar sem ela, com a objetividade de aperfeiçoar a práxis docente. Neste contexto, a primeira oficina realizada foi com GeoGebra, que é um software de matemática ativo para todos os coeficientes de ensino que reúne geometria, álgebra, planilhas, gráficos, referente à metodologia Modelagem Matemática.

Na sequência, os autores (2019) apresentaram a oficina Torre de Hanói que é considerada um jogo de quebra-cabeça, que incide em uma base dominante por três pinos, em um dos quais são organizados alguns discos uns sobre os outros e é inserido de acordo com sua medida de diâmetro seguindo a ordem crescente. E por último, foi apresentado duas plataformas, Kahoot e Khan Academy. O Khan Academy é uma plataforma digital que oferece uma diversidade de atividades, em que os estudantes podem realizar em seu ritmo, aprendendo com autonomia. Além disso, apresenta diversos elementos da gamificação, como avatar, feedback, pontuação, entre outros.

No artigo de Barrére, Coelho, Camponez (2017), eles ofereceram um curso de formação continuada para os professores de matemática, por meio de um Massive Open Online Course (MOOC), que são cursos abertos e em rede, ofertados para muitas pessoas, mediado por um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Trata-se de um curso que oportuniza conhecimentos de ensino e de aprendizagem a um público extenso. O curso foi estruturado na plataforma Moodle e sua organização foi discorrida de modo a incentivar os professores a construírem um conhecimento de aprendizagem compartilhada, com leituras e discussões capazes de enriquecer suas práticas docentes, contribuindo com a aprendizagem dos estudantes.

Além disso, a escolha do conteúdo de geometria despertou nos professores mais interesse ao participar da formação continuada, visto que esse conteúdo transcorre nos ciclos I e II do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Outra questão relevante do curso foi a concentração dos elementos da gamificação, como emblemas, ranking e feedback.

Em relação ao público-alvo dos artigos analisados, pode-se dizer que a maioria foi de formação continuada de professores de matemática, e apenas um artigo apresentou a quantidade de participantes.

O artigo de Padilha e Webber (2022) traz uma capacitação para os professores de matemática sobre a metodologia ativa gamificação, por meio do GeoGebra. Trata-se de um software de matemática atrativo com uma variedade de ensino aprendizagem. Participaram da formação 22 professores. O trabalho ressalta a importância dos professores terem certos conhecimentos para inserirem métodos diferenciados em suas práticas docentes, principalmente quando é voltado para a tecnologia. Além disso, o professor precisa se autocapacitar, buscar estratégias que realmente vão fazer diferença no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Padilha e Webber (2022) desenvolveram uma proposta de atividades formativas, que trazem professores de matemática a participarem de uma capacitação, e posteriormente produzir um objeto de aprendizagem, usando a metodologia ativa (gamificação), com o recurso do Software GeoGebra. Diante disso, revelam que o principal resultado dessas atividades foi que a formação continuada é um dos meios possíveis para

se compartilhar estratégias das metodologias ativas, nesse caso a gamificação, que realmente vão refletir com sucesso nas práticas docentes.

O artigo de Martins e Tinti (2022) aborda que existem poucos estudos relacionados à formação continuada para professores que ensinam matemática sobre a estratégia gamificada. Diante disso, eles realizaram um levantamento com apreciação das produções sobre o uso da Gamificação nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática e suas potencialidades em educação. Realizaram a busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e identificaram 44 trabalhos, dentre eles, somente cinco apresentaram indícios na perspectiva de formação continuada de professores de matemática com o uso da gamificação. Diante disso, é necessário que haja mais estudos sobre formação continuada nesse componente curricular, que é a matemática, visto que, é uma disciplina que requer métodos atrativos e eficientes para aprendizagem dos estudantes, além de tratar de uma estratégia que envolve a tecnologia, gamificação, sendo algo presente no cotidiano dos estudantes.

Ao analisar o Quadro 2, fica nítido a carência de pesquisas sobre formação continuada para professores do componente curricular de Matemática com métodos ativos, como a gamificação. Nesse sentido, é relevante que as instituições de ensino e pesquisa apresentem cursos de formação continuada com estratégias pedagógicas, tornando a prática do professor envolvente e atrativa de modo que possa obter a atenção dos estudantes para participar do que é proposto.

Nesse contexto, para que ocorra um processo de ensino-aprendizagem significativo para os estudantes, identificados como nativos digitais, o professor precisa ter conhecimento para incorporar a gamificação de maneira assertiva, assim, há necessidade de formação continuada para professores.

Os principais resultados dos trabalhos analisados destacam a importância dos professores reverem suas práticas pedagógicas e evitarem o ensino engessado, no qual o professor desempenha apenas o papel de transmissor de conteúdo. Assim, ressalta-se a importância dos professores estarem cientes do contexto social e cultural em que seus estudantes estão imersos. Isso significa que a formação docente deve levar em consideração as experiências e os interesses dos alunos, tornando o processo de ensino mais relevante e imersivo.

Os resultados dos artigos analisados também indicam que os professores devem estar dispostos a adaptar suas práticas de ensino às informações e tecnologias disponíveis. Os estudantes estão cercados por uma grande quantidade de informações, e os professores precisam aproveitar esse contexto para criar experiências de aprendizado significativas.

Segundo Kenski (2007), é necessário a busca diária para a atualização nos métodos ativos que envolvem a tecnologia, visto que, nesse mundo tecnológico estão em constantes mudanças, sendo que, o processo de aprendizagem é contínuo e se torna algo natural na sociedade.

5. Considerações Finais

A pesquisa analisou a aplicação da gamificação no ensino e a formação continuada em Matemática, utilizando artigos publicados na última década (2012 a 2022) no banco de dados do Scielo e Periódicos da Capes.

Os artigos destacam a contribuição da gamificação no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes e a capacitação dos professores para implementar uma abordagem diferenciada, criando um ambiente de ensino eficaz, permitindo a participação ativa dos estudantes ao longo do processo de ensino, proposto pelo professor. Isso facilita um ensino de matemática mais eficiente, alinhado com as demandas do mundo contemporâneo.

Ao implementar a metodologia ativa da gamificação, que incorpora elementos de jogos, as pesquisas mostraram um aumento na participação ativa dos estudantes nas atividades. Esta abordagem motivadora, que utiliza ferramentas presentes nos jogos, é uma sequência relevante e eficaz com o potencial de otimizar o processo de ensino aprendizagem e promover o engajamento dos estudantes.

Os artigos analisados destacaram a importância das formações continuadas para aperfeiçoar os professores em sua práxis pedagógica, de maneira a envolver métodos consideráveis para a progressão dos estudantes em todos os níveis, especificamente, na parte cognitiva. Nesse viés, é interessante abordar estratégias que vão envolver os alunos no processo, tornando-o protagonista desse cenário escolar.

A adoção de metodologias ativas no ensino da matemática não é uma coisa fácil, embora seja preciso que o poder público dê as condições necessárias para que o professor possa participar de cursos de educação continuada para melhorar a educação na escola.

É importante dizer que existem desafios na implementação de programas de formação continuada para professores de matemática que utilizam a gamificação. Pois é necessário capacitar o professor para que ele possa compreender e aplicar métodos significativos em sua prática pedagógica, visto que, muitas vezes, os alunos demonstram desinteresse em participar das aulas, pois o ensino tradicional, onde o professor é o transmissor do conteúdo e o aluno é o receptor, não assegura, necessariamente, uma aprendizagem eficaz.

Considerando a contribuição da metodologia ativa no ensino-aprendizagem da Matemática é importante que os professores aprendam plataformas e métodos que envolvam atividades gamificadas, uma vez que essa metodologia traz algo da atualidade, que está presente na vida dos estudantes, que são os mecanismos dos jogos. Assim, é responsabilidade do professor buscar aprender a utilizar essa tecnologia a seu favor, orientando o estudante sobre como aproveitá-la de maneira favorável.

Para concluir, o avanço das tecnologias tem exigido que os professores revejam suas práticas pedagógicas, a fim de evitar abordagens de ensino tradicionais, que não fazem sentido para o aluno. Desse modo, é preciso investir na formação continuada de professores de matemática sobre o uso e contribuições da gamificação para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que esse método é essencial para enriquecer as práticas pedagógicas do professor, engajar e motivar os estudantes por meio de elementos lúdicos que já fazem parte do dia a dia deles. O ensino com a gamificação ajuda o aluno a refletir sobre problemas e a tomar decisões, de modo a tornar o aluno protagonista da sua aprendizagem, construindo o seu próprio conhecimento.

6. Referências

Alves, F. (2015). Gamification: *Como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo: do conceito à prática* (2ª ed.). São Paulo: DVS.

Andrade, M. M. (2010). *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação*. São Paulo, SP: Atlas.

Araújo, I. C. (2016). *Gamification: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem*. Education In The Knowledge Society (EKS), 17(1), 87-107. https://doi:10.14201/eks201617187107.

Baldessar, J. MQuinaud, A. L. (2017). *A educação no século XXI: gamificação aprendizagem com criatividade*, Ano XIII, n. 11. novembro. NAMID/UFPB. https://doi.org/10.22478/ufpb.1807-8931.2017v13n11.37267.

Barreto, A. F. Sant'Ana C. de C.; Sant'Ana, I. P. (2019). A gamificação no processo de ensino e aprendizagem da matemática por meio da webquest e do Scratch. *Revista de Iniciação à Docência*, v. 4, n. 1, – Publicação: janeiro. https://doi.org/10.22481/riduesb.v4i1.6144.

Bardin, L. (2021). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Barrére, E.; Coelho, J. A. P.; Camponez, L.G.B. (2017) Aspectos metodológicos e de gamificação em um MOOC sobre tecnologias digitais para o ensino de Matemática. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 1, n. 2, p. 173-196. http://dx.doi.org/10.24116/emd25266136v1n22017a04.

Brito, C. S. (2020). *Desafios e percepções docentes acerca da gamificação no ensino de Matemática a partir de um processo de formação.* Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGEn). Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Brito., E.; Almeida, L. M. (2022). A Utilização da Gamificação na Aprendizagem de Análise Combinatória: possibilidades atreladas ao uso do H5P e do Word Wall. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, Juiz de Fora, v. 6, n. 1, p. 1-25. https://doi.org/10.34019/25944673.2022.v6.38185.

Burke, B. (2015). *Gamificar, como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias.* Ed. DVS.

Busarello, R. I. (2016). *Gamification: princípios e estratégias*. São Paulo: Pimenta Cultural.

Busarello, Raul Inácio; Ulbricht, Vania Ribas; Fadel, Luciene Maria. (2014). A gamificação e a sistemática de jogo:conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: Fadel, Luciane Maria; Ulbricht, Vania Ribas; Batista, Claudia Regina; Vanzin, Tarcísio. (Org.). *Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural*, pp. 11-37.

Camargo, Jessica Daiane; Mota, Vania Corrêa; Sakuno, Irene Y. T.; Silva, Ricardo José S. da. (2022). Gamificação na Educação Matemática: uma aplicação com o ensino de frações. *Conjecturas*, Vol. 22, Nº 11, p.592-609. http://dx.doi.org/10.53660/CONJ-1427-Z03.

Carvalho, Adriana. (2014). *Tecnologia no Ensino Infantil: Educar para Crescer*. Editora Abril. http://educarparacrescer.abril.com.br/comportamento/tecnologia-ensino-infantil-724672.shtml.

Chou, You-kai. (2015). *Actionable Gamification. Beyond points, badges and Leaderboards. Octalysis Média.*

Dicheva, D.; Dichev, C.; Agre, G.; Angelova, G. (2015). Gamification in education: a systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, Taiwan, v. 18, n. 3, p. 75-88. https://www.researchgate.net/publication/270273830.

D'Ambrósio, Ubiratan. (1993). Educação Matemática: uma visão do estado da arte. *Proposições*, v. 4, n. 1, p. 1-11. https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/1754/10-artigos-ambrosiou.pdf.

Deterding, N.; Dixon, J.; Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining" gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040

Eisermann, J. I., Seimetz, M. C., Marchiori, N. C., Braido, R. C. da C., & Schulz, J. A. T. (2019). Modelagem matemática, jogos e tecnologias: Explorando Algumas Metodologias de Ensino em um Curso de Formação

Continuada de Professores de Matemática. *Ensino Da Matemática em Debate*, 6(1), 84–114. https://doi.org/10.23925/2358-4122.2019v10i1p72-96

Fardo, Marcelo Luis. (2013). *A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem*. 106f. Dissertação (Mestrado em educação) Universidade de Caxias do Sul. https://repositorio.ucs.br/handle/11338/457

Gerhardt, T. E. e Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Guimarães, D., Santos, I. L., L. Carvalho, A. A. (2018). Aprendizagem invertida e gamificação: duas metodologias envolvidas no ensino da matemática. *Debates em Educação*, 10(22). https://doi.org/10.28998/21756600.2018v10n22p121-139.

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: John Wiley & Sons.

Kenski, V. M. (2007). *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação* (2ª ed.). Campinas: Papirus.

Marinho, A. da S., Melo, A. V. C., Poggi, G. H., Kosiur, M. B., Marrane, W. R., & Boghi, C. (2016). Mathematics of mobile application in basic education for teaching children of fundamental I 1st to 3rd year. *Research, Society and Development*, 3(1), 69-90. https://doi.org/10.17648/rsd-v3i1.40.

Martins, A. M., Maia, M., & Tinti, D. da S. T. (2020). Utilizando a Gamificação em uma intervenção pedagógica nas aulas de matemática do 7. ° ano. *Revista Insignare Scientia*, 3(1). https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i1.11228.

Martins, A.; Tinti, D. da S. (2022). Levantamento das produções acerca do uso da Gamificação nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática: um olhar para a formação de professores que ensinam matemática. *Sociedade Brasileira em Educação Matemática*, 27(77), 84-105. https://doi.org/10.37001/em.v27i77.3203.

Mattar, J. (2010). *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

McGonigal, J. (2012). *A realidade em jogo: porque os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*. Rio de Janeiro: Ed. Best Seller.

Mendes, L. O. R. (2019). Dinamizando um evento de matemática sob a perspectiva da gamificação. *Revista Espacios*, 39(52), 7-20. http://www.revistaespacios.com/a18v39n52/18395207.html.

Morosini, M. C. Fernandes, C. M. B. (2014). Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. *Educação Por Escrito*, 5(2), 154-164. https://doi.org/10.15448/2179-8435.2014.2.18875.

Padilha, R. (2018). *O desafio da formação docente: potencialidades da gamificação aliada ao GeoGebra*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul.

Padilha, R. & Webber, C. (2022). Explorando a gamificação na formação docente com o software geogebra. *Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática*, 5(especial). https://doi.org/10.5335/rbecm.v5iespecial.12867.

Pelling, N. (2002). *The (Short) Prehistory of Gamification*.

Prazeres, Ilson Mendonça Soares. (2019). *Gamificação no ensino de matemática: aprendizagem do campo multiplicativo*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Prensky, M. (2001). *Digital natives, digital immigrants* part 1. On the horizon, 9(5), 1–6. https://doi.org/10.1108/10748120110424816

Piaget, J. (1993). *A Formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo*. São Paulo: Zahar.

Quast, K. (2020). Gamificação, ensino de línguas estrangeiras e formação de professores. *Revista Brasileira Linguística Aplicada*, 20(4), pp. 787-820. http://dx.doi.org/10.1590/1984-6398202016398.

Raguze, Tiago; Silva, Régio Pierre da. Gamificação aplicada a ambientes de aprendizagem. *Gamepad*. (2016). https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25677/1/LRDG10012023.pdf.

Rosa, Adriano Carlos Moraes; Rosa, Any Moraes; Santos, Ramon Oliveira Borges dos; Mantovani, Katia Cristina Cota. (2021). Ensino e educação: uso da gamificação na matemática. *Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento*, Ed. 05, v. 08, pp. 40-68. http://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/gamificacao-na-matematica.

Valente, José Armando. (2008). Diferentes usos do computador na educação. *Em Aberto*, v. 12, n. 57.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: implementing game mechanics* in web and mobile apps. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Zichermann, G. & Linder, J. (2013). *The Gamification Revolution: How Leaders Leverage Game* Mechanics to Crush the Competition.(1st ed.), p. 256. McGrawHill.

Zouhrlal, Ahmed; Ferreira, Bruno Santos; Ferreira, Carlos; Pimenta, Fabrícia; Santos, Gilberto Lacerda (org.); Nóbriga, Jorge Cássio Costa; Teles, Lucio França; Araújo, Luís Cláudio Lopes de; Romero, Margarida; Létti, Mariana Marlière (org.); Barbosa, Renan de Lima e Gagnon, Richard. (2015). *Gamificação: Como estratégia educativa*. Brasília: Universidade de Brasília.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.22756

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Reflexión Documentada

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS SOBRE EL CONOCIMIENTO ESCOLAR DE LAS ORIENTACIONES CURRICULARES. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA

CONHECIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS SOBRE O CONHECIMENTO ESCOLAR DAS ORIENTAÇÕES CURRICULARES. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

PROFESSIONAL KNOWLEDGE OF THE SCIENCE TEACHER ABOUT SCHOOL KNOWLEDGE OF CURRICULAR GUIDELINES. SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE

Natalia Lorena Rodríguez Rodríguez*, **Guillermo Fonseca Amaya****, **Ana María Cárdenas Navas*****

Rodríguez, R, N, L., Fonseca, A, G., Cárdenas, N, A, M. (2025). Conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar de las orientaciones curriculares. Revisión sistemática de literatura. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 20 (1)*, pp 138-160 DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.22756

Resumen

El Conocimiento Profesional del Docente de Ciencias se ha constituido como una línea de investigación en el campo de la Enseñanza de las Ciencias, lo que implica reconocer al docente como un sujeto epistémico productor de conocimiento en relación con la enseñanza de las ciencias. Este artículo presenta los antecedentes investigativos relacionados con el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias sobre el Conocimiento Escolar en relación con el Currículo Oficial. A través de la revisión sistemática de la literatura RSL se investigaron las siguientes bases de datos: 1) ERIC (Centro de Información de Recursos Educativos) 2) SCOPUS, 3) DIALNET (Sistema de información abierto de revistas publicadas en España), 4) SCIELO, y se utilizaron los tesauros: (a) Conocimiento escolar y currículo oficial, (b) Ciencia escolar y currículo oficial, (c) Conocimiento del profesor y ciencia escolar, (d) Conocimiento escolar y conocimiento profesional del profesor, (e) Conocimiento profesional del profesor y currículo oficial. Derivado de la RSL, se seleccionaron un total de (56) cincuenta y seis artículos, de los cuales, el 63% a la tendencia investigativa: Conocimiento escolar en ciencias en relación con el currículo oficial y el 37% correspondieron a la tendencia investigativa: Conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial, lo que le da mayor relevancia a la tesis doctoral relacionada con el

Recibido: 02 de octubre de 2024, aceptado: 29 de noviembre de 2024

* Doctoranda en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. nlrodriguezr@udistrital.edu.co -ORCID https://orcid.org/0009-0003-5742-834X

** Doctor en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. gfonsecaa@udistrital.edu.co -ORCID https://orcid.org/0000-0001-8454-8804

*** Doctora en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. amcardenasn@udistrital.edu.co- ORCID https://orcid.org/0000-0001-9386-1616

Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias sobre el Conocimiento Escolar acerca del contenido suelo y su relación con las Orientaciones Curriculares Nacionales de Ciencias Naturales, dado que se evidencia la necesidad de ahondar en investigaciones que den cuenta de estas relaciones.

Palabras-Clave: Conocimiento escolar, currículo oficial, Conocimiento profesional del profesor, revisión sistemática de literatura.

Abstract

The Professional Knowledge of the Science Teacher has been established as a line of research in the field of Science Education, which implies recognizing the teacher as an epistemic subject producer of knowledge in relation to science teaching. This article presents the research background related to the Science Teacher's Professional Knowledge about School Knowledge in relation to the Official Curriculum. Through the systematic review of the RSL literature, the following databases were investigated: 1) ERIC (Educational Resources Information Center) 2) SCOPUS, 3) DIALNET (Open Information System of journals published in Spain), 4) SCIELO, and the thesauri were used: (a) School knowledge and official curriculum, (b) School science and official curriculum, (c) Teacher knowledge and school science, (d) School knowledge and teacher professional knowledge, (e) Teacher professional knowledge and official curriculum. Derived from the RSL, a total of (56) fifty-six articles were selected, of which 63% corresponded to the research trend: School knowledge in science in relation to the official curriculum, and 37% to the research trend: Professional knowledge of the science teacher on school knowledge in relation to the official curriculum, which justifies the doctoral thesis related to the Professional Knowledge of the Science Teacher on School Knowledge about soil content and its relationship with the National Curricular Orientations of Natural Sciences, given that the need to delve into research that accounts for these relationships is evident.

Keywords: School knowledge, Official curriculum, School science, Teacher's professional knowledge, systematic literature review-RSL.

Resumo

O Conhecimento Profissional do Professor de Ciências tem se estabelecido como uma linha de pesquisa no campo da Educação em Ciências, o que implica reconhecer o professor como sujeito epistêmico produtor de conhecimento em relação ao ensino de Ciências. Este artigo apresenta o histórico da pesquisa relacionada ao Conhecimento Profissional do Professor de Ciências sobre o Conhecimento Escolar em relação ao Currículo Oficial. Por meio da revisão sistemática da literatura (RSL), foram investigadas as seguintes bases de dados: 1) ERIC (Educational Resources Information Centre), 2) SCOPUS, 3) DIALNET (Sistema de Informação Aberta de revistas publicadas em Espanha) e 4) SCIELO; e foram utilizados os tesauros: (a) Conhecimento escolar e currículo oficial, (b) Ciência escolar e currículo oficial, (c) Conhecimento do professor e ciência escolar, (d) Conhecimento escolar e conhecimento profissional do professor, (e) Conhecimento profissional do professor e currículo oficial. Derivados da RSL, foram selecionados um total de (56) cinquenta e seis artigos, dos quais 63% corresponderam à tendência de pesquisa: Conhecimento escolar em ciências em relação ao currículo oficial e

37% corresponderam à tendência de pesquisa: Conhecimento profissional do professor de ciências sobre o conhecimento escolar em relação ao currículo oficial, o que dá maior relevância à tese de doutorado relacionada ao Conhecimento Profissional do Professor de Ciências sobre o Conhecimento Escolar acerca do conteúdo solo e sua relação com as Diretrizes Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, visto que é evidente a necessidade de se aprofundar em pesquisas que deem conta dessas relações.

Palavras-chave: Conhecimento escolar, currículo oficial, conhecimento profissional do professor, revisão sistemática da literatura.

Introducción

Los antecedentes investigativos que se presentan en este artículo, desde la revisión sistemática de la literatura, se enmarcan en el proyecto que centra la mirada en lo que declaran docentes de la Educación Básica Secundaria en relación con su conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar que subyace de las Orientaciones Curriculares Nacionales para el área de Ciencias Naturales en Colombia. Esta propuesta investigativa tiene en cuenta los aportes de la Didáctica de las Ciencias como disciplina autónoma y emergente (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002), que integra un conjunto de disciplinas interesadas en asuntos educativos y problemas de investigación relacionadas con la particularidad epistemológica del conocimiento profesional y del conocimiento escolar (Porlán, 1998).

El proyecto en mención reconoce la trayectoria de la línea de investigación *El Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias y el Conocimiento Escolar*[1], y del grupo de investigación "Investigación en Didáctica de las Ciencias", en los que se asume al profesor como sujeto productor de conocimiento, enriquecido a partir de la transformación de conocimientos de diferentes disciplinas de naturaleza particular (Martínez, 2016, 2017). En consecuencia, su práctica se hace posible gracias a la configuración de diferentes saberes y conocimientos desde diversas fuentes como el currículo, la experiencia, la academia, sus reflexiones propias y las elaboraciones derivadas de su propia práctica, teniendo en cuenta que enseñar conlleva a "abordar la complejidad que representa la formación de sujetos; es decir, la enseñanza demanda un ejercicio profesional y por ende un conocimiento de carácter profesional" (Martínez y Valbuena, 2013, p. 24).

En cuanto al Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias se consideran aportes de orden conceptual y metodológicos, los siguientes: las categorías centrales de la línea de investigación: contenidos escolares, fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, referentes epistemológicos del conocimiento escolar y criterios de validación del conocimiento escolar, además se presentan Hipótesis de Progresión/Transición (HdP-T) en torno a diferentes niveles de complejidad del CPPCE (desde el tradicional, instruccional-cientificista; espontaneista al integrador-transformador). De igual forma los ejes Dinamizadores, Obstáculo y Cuestionamiento (DOC) que contribuyen al reconocimiento de la complejidad de este conocimiento (Martinez 2016).

Así mismo, esta autora, en estudios de caso identifica el currículo oficial como una fuente más en la construcción de este conocimiento, al respecto menciona que, el currículo normativo, es una fuente más,

[1] Línea de investigación del énfasis de Ciencias. Doctorado Interinstitucional de Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

pues desde los criterios sobre cómo y qué enseñar, estos involucran diversas fuentes que incluyen materiales de divulgación científica, textos y juegos producidos en otros países.

Como lo plantea Fonseca (2018) el CPP del profesor deriva de la integración y transformación de la experiencia, la historia de vida, el contexto, y el conocimiento disciplinar y didáctico, a partir de la continua reflexión sobre su praxis, para aportar en la comprensión y solución de los problemas socio ambientales desde una perspectiva compleja.

Para el caso del conocimiento escolar en las orientaciones curriculares del área de Ciencias Naturales, se reconoce como aspecto fundamental la caracterización que se hizo en estas, respecto a las finalidades, los contenidos escolares; tipos de contenidos escolares; niveles de organización de los contenidos escolares, las fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, los referentes epistemológicos del conocimiento escolar y los criterios de validación del conocimiento escolar de los Lineamientos Curriculares-LC, los Estándares Básicos de Competencias-EBC y los Derechos Básicos del Aprendizaje-DBA a nivel nacional (Cárdenas, 2021).

A nivel local se destaca por ejemplo, el proyecto "Las propuestas de conocimiento escolar en Ciencias Naturales en las orientaciones curriculares de la Secretaría de Educación de Bogotá (2007-2015)", en el que Martínez, Cárdenas y Jirón (2018) concluyen que los docentes no tienen en cuenta las orientaciones curriculares como referente central para la enseñanza, dado que desconocen en gran medida los documentos que la Secretaría de Educación de Bogotá ha diseñado para orientar la enseñanza de las Ciencias Naturales. Igualmente, las autoras Martínez, Cárdenas y Jirón (2020), a partir de una revisión de publicaciones especializadas (tres revistas) en relación con los currículos oficiales en ciencias y conocimiento escolar, identificaron:

> […] la escasa participación en las publicaciones de los países latinoamericanos, así como la preeminencia de artículos procedentes de Estados Unidos y de la palabra clave curriculum. También afirmamos que, en los últimos años, es creciente el interés por investigar problemáticas relacionadas con technology education, y, por ende, la necesidad de que, tanto desde Colombia como desde los países de la región se promuevan estudios sobre el conocimiento escolar en las ciencias naturales […] (p.200).

Para la educación formal en todos los países las entidades a cargo de política educativa emiten documentos o normas para la regulación del currículo, una de las áreas que se promueve en este currículo es la de las Ciencias Naturales que presenta una denominación particular en cada contexto, por ejemplo en el contexto internacional "Core Subjects Sciencie" como una materia fundamental en Inglaterra, o Ciencias de la Naturaleza en España, Ciencias Naturales en Chile y Ciencias Naturales y Educación Ambiental en Colombia.

En este contexto son importantes las orientaciones curriculares o documentos que soportan el currículo oficial (directrices, resoluciones, decretos, etc.) que, por una parte, son derroteros de lo que se espera en la formación en Ciencias en el contexto escolar y, por otra parte, se constituyen en fuentes o referentes para las propuestas del conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar. Para el caso de Colombia estas orientaciones incluyen aspectos relacionados con el aporte de las ciencias a las situaciones o problemáticas ambientales propias del territorio (ej. contaminación de fuentes hídrica; manejo de residuos sólidos, entre otros).

Las propuestas de conocimiento escolar de estas orientaciones curriculares nacionales evidencian relevantes tensiones en sus finalidades, contenidos escolares, fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, referentes epistemológicos y criterios de validación del conocimiento escolar (ej.

cómo lograr la complejidad del conocimiento escolar cuando se tiene como referente principal el conocimiento científico) (Cárdenas, 2021).

En la actualidad para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, desde el nivel nacional, se cuenta con los Lineamientos Curriculares del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (MEN, 1998), los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias (MEN, 2006) y los Derechos Básicos de Aprendizaje DBA (MEN, 2016), los cuáles han servido como referente para orientar la práctica de enseñanza de los docentes en los diferentes niveles educativos.

En concordancia con el eje central de la investigación relacionada con el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias sobre el Conocimiento Escolar de las Orientaciones Curriculares, se destaca que los documentos del currículo oficial (resoluciones, decretos, orientaciones, directrices, etc) han sido objeto de estudio por varios autores, ya sea desde el análisis de estos propios documentos, de las tensiones que estos documentos generan en los maestros, o desde el papel de estas orientaciones curriculares oficiales en las propuestas de conocimiento escolar que los maestros construyen.

En esta perspectiva el enfoque central del proyecto es caracterizar el CPP-CE en las OCN de Colombia, en relación con las finalidades del conocimiento escolar en ciencias naturales, los contenidos escolares, las fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, los referentes epistemológicos del conocimiento escolar y los criterios de validación del conocimiento escolar, a partir de los planteamientos de Martínez y Sánchez (2016) (basados en Martínez (2000)), desde diferentes tipos de fuentes de información para cada uno de los niveles: declarativo, de acción y de reflexión.

Metodología de investigación

Para realizar la aproximación de los antecedentes investigativos se tuvo en cuenta la metodología de la revisión sistemática de la literatura que implica unos momentos (Castro y Benarroch, 2023) y la importancia de esta fase en el desarrollo de proyectos de investigación (Arnau y Sala, 2020).

Una fase imprescindible en cualquier trabajo de investigación, puesto que nos ayuda a situar la investigación y a sustentarla teórica y conceptualmente a partir de lo que otros investigadores e investigadoras han escrito previamente sobre la temática. Se trata pues de localizar las aportaciones más relevantes (pasadas y actuales) sobre el tema de estudio, así como definir los principales conceptos y teorías que sirvan para fundamentar y comprender el problema y valorar cómo este encaja en un marco más general de investigación (Arnau y Sala, 2020, p. 3).

Teniendo en cuenta lo planteado por Castro y Benarroch (2023), se retoman cuatro momentos para la realización de la RSL: planeación e identificación, búsqueda y tamizaje, elegibilidad y análisis de artículos, como se muestra en la siguiente figura:

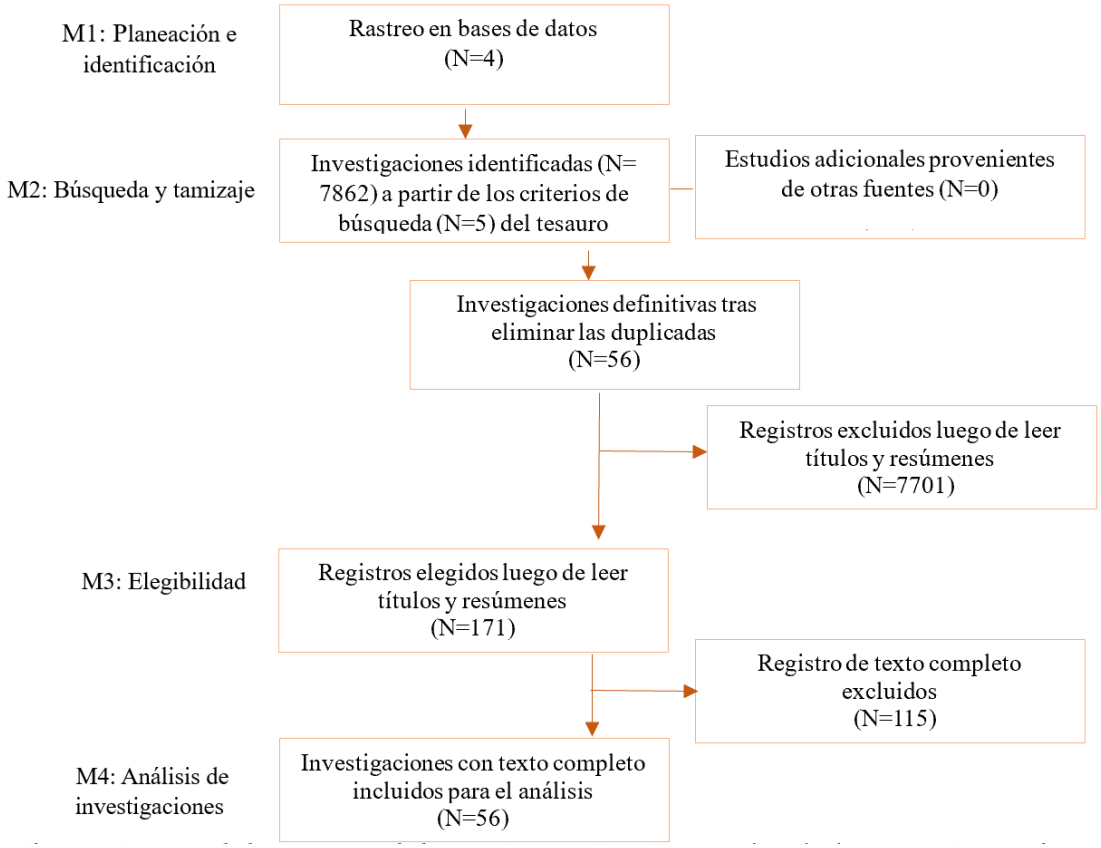


Figura 1. Esquema de los momentos de la revisión sistemática. **Fuente**: adaptado de Castro y Benarroch (2023)

Planeación e identificación

Se inició la elaboración de los antecedentes investigativos para responder a las siguientes preguntas: ¿existen investigaciones realizadas con profesores en ejercicio de ciencias naturales del nivel de educación básica secundaria que aborden de manera directa la relación entre el conocimiento profesional del profesor sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial CPPCE- CO? y ¿cuáles investigaciones abordan el conocimiento escolar con relación al currículo oficial CE- CO en libros de texto, documentos de orientaciones curriculares nacionales, lineamientos leyes de educación entre otras, que direccionen las prácticas educativas a nivel general? Para lo anterior se seleccionaron cuatro (4) bases de datos 1) ERIC (Educación Resources Information Center), 2) SCOPUS, 3) DIALNET y 4) SCIELO.

Búsqueda y tamizaje

Para este momento, se establecieron los siguientes tesauros: (a) Conocimiento escolar y currículo oficial, (b) Ciencia escolar y currículo oficial, (c) Conocimiento del profesor y ciencia escolar, (d) Conocimiento escolar y conocimiento profesional del profesor y (e) Conocimiento profesional del profesor y currículo oficial.

Esta búsqueda no se limitó a un periodo de tiempo determinado y contempló hasta el año 2023. Para el caso de ERIC se realizó la búsqueda por los tesauros en inglés debido a los escasos resultados en español. Se tuvieron en cuenta aquellos documentos con texto completo disponible en ERIC, con el tesauro a)

School knowledge AND official curriculum, sin descriptores, y School knowledge AND official curriculum con el descriptor Educación secundaria, (b) School science AND official curriculum, los descriptores Educación Secundaria y Currículo de Ciencias, c) Teacher knowledge AND school science, con los descriptores Estudiantes de secundaria y Profesores de secundaria, d) School knowledge AND teacher professional knowledge, con los descriptores Docentes de Secundaria y Estudiantes de Secundaria y e) Professional knowledge of the teacher AND official curriculum, se utilizó el descriptor Educación secundaria. En las bases de datos SCOPUS, DIALNET y SCIELO se buscaron los tesauros en español y sin descriptores.

Elegibilidad

Para este momento se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: artículos, tesis de posgrado, posters, capítulos de libro, docentes en ejercicio, nivel educación secundaria, ciencias naturales que incluye Biología, Física, Química y Educación Ambiental, o ciencias naturales y otras áreas del conocimiento. Lo anterior se hizo mediante la revisión del título, palabras clave, resumen y conclusiones de los textos. Para los criterios de exclusión, se descartaron aquellas investigaciones desarrolladas en los niveles educativos de párvulos, primaria, media, vocacional, técnico, tecnólogo y universitario, sin embargo, se retomaron algunas del nivel de primaria en las que se aborda el currículo oficial de manera directa. Lo anterior, se realizó a través de una lectura de títulos y resúmenes, lo cual generó la siguiente muestra:

Tabla 1. Número de registros elegidos en cada base de datos: DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC.

BASES DE DATOS CONSULTADAS	NÚMERO DE REGISTROS *	PORCENTAJES
DIALNET	15	26,79%
SCOPUS	21	37,50%
SCIELO	1	1,79%
ERIC	19	33,93%
TOTAL	**56**	**100%**

*Estos registros no incluyen repetidos. **Fuente**: los autores.

Este momento se desarrolló a través de dos acciones principales: en la primera se organizaron los artículos seleccionados a partir de una matriz de Excel, que tuvo en cuenta los siguientes ítems: año de publicación, país, título, población u objeto de estudio, nivel educativo, palabras clave y resumen. La segunda implicó una revisión a profundidad, lo que posibilitó la clasificación de los estudios o investigaciones en las siguientes dos tendencias. En esta segunda acción (revisión a profundidad) se descartaron 115, quedando un total de 56.

Tabla 2. Tendencias que subyacen en el análisis a profundidad.

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN
1. Conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial.	Investigaciones que abordan directamente o implícitamente el conocimiento profesional del profesor sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial CPPCE- CO, que dan cuenta de esta relación con profesores en ejercicio de ciencias naturales del nivel de educación básica secundaria.
2. Conocimiento escolar en ciencias en relación con el currículo oficial.	Investigaciones que abordan el conocimiento escolar con relación al currículo oficial CE- CO en libros de texto, documentos de orientaciones curriculares nacionales, lineamientos, leyes de educación entre otras, que dan cuenta de aspectos curriculares que direccionan las prácticas educativas a nivel macro.

Fuente: los autores

Resultados

A nivel general, en el portal DIALNET, se evidencia que algunas investigaciones hacen mayor énfasis en analizar el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias sobre el Conocimiento Escolar en relación con el Currículo Oficial CPPCE-CO. Por su parte, en cuanto al nivel educativo, aunque predominan las investigaciones desarrolladas en Educación Básica Secundaria, se tuvieron en cuenta algunas significativas desarrolladas en los niveles de Básica Primaria y Educación infantil, dada su relación directa con el currículo oficial.

En el portal SCOPUS tienen relevancia investigaciones desarrolladas en Primaria y Secundaria de manera independiente; seguidas por Educación infantil y Educación Fundamental; sin embargo, son muy escasos aquellos trabajos que incluyen a Primaria y Secundaria simultáneamente. No obstante, algunas investigaciones no especifican el nivel educativo en el que se desarrollan, como es el caso de la de João, Henriques y Rodrigues (2022) en la que mencionan un rango de edad de los estudiantes (6 a 15 años).

En el portal ERIC predominan las investigaciones desarrolladas en el nivel de Educación Básica Secundaria, aunque también se seleccionaron algunas de los niveles de Secundaria superior, Secundaria y Media, Secundarias y Preparatorias y Postsecundaria y Educación Secundaria. Cabe resaltar que en algunas de estas investigaciones desarrolladas en Secundaria se especifican los grados que incluyen duodécimo grado, noveno grado y noveno y décimo, mientras que existen otras investigaciones en las que no se especifica el nivel ni el grado.

Con respecto al periodo de tiempo en el que se desarrollaron las investigaciones encontradas en las bases de datos DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC en la tendencia 1 (CPP-CE – CO) y la tendencia 2 (CE-CO) (ver tabla 3) las investigaciones más antiguas fueron encontradas en ERIC y desarrolladas durante el año 1970 y el 2000. En la década comprendida entre el año 2001 a 2010 se evidencia una escasa cantidad de investigaciones publicadas en los portales bibliográficos DIALNET y SCOPUS con una investigación en cada uno y tres en ERIC. Por su parte, la mayor cantidad de investigaciones se encuentran en la década del año 2011 al 2020, con mayor frecuencia en SCOPUS con 16, seguido por DIALNET con nueve investigaciones, ERIC con ocho y SCIELO con una. Del año 2021 en adelante se encontraron cinco y cuatro en DIALNET y SCOPUS respectivamente. En este periodo de tiempo no se encontraron

investigaciones en los portales ERIC y SCIELO. Lo anterior indica que el estudio del CPPCE-CO y el CE-CO ha venido cobrando relevancia en Latinoamérica en Colombia, Brasil, y en el continente europeo en España, sobre todo en el portal bibliográfico SCOPUS.

Tabla 3. Periodo de tiempo en el que se desarrollan las investigaciones relacionadas con el campo investigativo sobre el CPPCE- CO en las bases de datos: DIALNET, SCOPUS, SCIELO Y ERIC.

BASES De DATOS	PERIODOS DE TIEMPO						TOTAL
	1970- 1980	1981- 1990	1991- 2000	2001- 2010	2011- 2020	2021 en adelante	
DIALNET	0	0	0	1	9	5	15
SCOPUS	0	0	0	1	16	4	21
SCIELO	0	0	0	0	1	0	1
ERIC	2	4	2	3	8	0	19
TOTAL	**2**	**4**	**2**	**5**	**34**	**9**	**56**

Fuente: los autores.

En la tabla 4 se muestra la cantidad de investigaciones encontradas en las bases de datos DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC, se evidencia que existe una mayor cantidad de investigaciones realizadas en Europa (20), especialmente en España, distribuidas en las dos tendencias, seguido por Suramérica (15), región en la que Colombia, Brasil y Chile tienen una notable contribución con investigaciones que dan cuenta del CPPCE-CO y el CE-CO. Norteamérica presenta 12 investigaciones, la mayoría de estas publicadas en el portal ERIC, desarrolladas en Estados Unidos mayormente y enfocadas en la tendencia 1 CPPCE-CO, con escasa participación de países como Canadá. En este orden de ideas, también se encuentran en ERIC tres investigaciones adelantadas en la región de Asia y Europa específicamente en Turquía; seguido por África con dos investigaciones: una en Ghana y otra en Etiopía; finalmente la región Europa y África con una investigación adelantada en Nigeria y Gran Bretaña. Adicionalmente, se evidencia participación de Norteamérica y Europa con una investigación publicada en el portal bibliográfico SCOPUS, que fue incluida en los registros seleccionados a pesar de estar desarrollada en Primaria dada la evidente relación que plantean entre el CE- CO. De igual manera se encuentran investigaciones encontradas en Suramérica y Europa con una publicación en el portal DIALNET, desarrollada en Portugal y Brasil y en Asia con una en el portal ERIC, que está relacionada con la primera tendencia CPPCE-CO.

Tabla 4. Regiones en los que se desarrollan las investigaciones relacionadas con el campo investigativo sobre el CPPCE-CO y el CE-CO.

BASES DE DATOS		DIALNET	SCOPUS	SCIELO	ERIC	TOTAL
REGIONES	SURAMÉRICA	9	5	1	0	15
	%	60%	23%	100%	0%	
	NORTEAMÉRICA	0	0	0	12	12
	%	0%	0%	0%	63,15%	
	ÁFRICA	0	0	0	2	2
	%	0%	0%	0%	10,52%	
	ASIA Y EUROPA	0	0	0	3	3
	%	0%	0%	0%	15,79%	
	EUROPA Y ÁFRICA	0	0	0	1	1
	%	0%	0%	0%	5,27%	
	EUROPA	5	15	0	0	20

	%	33,33%	71,4%	0%	0%	
	NORTEAMÉRICA Y EUROPA	0	1	0	0	1
	%	0%	4,7%	0%	0%	
	SURAMÉRICA Y EUROPA	1	0	0	0	1
	%	6,7%				
	ASIA	0	0	0	1	1
	%	0%	0%	0%	5,27%	
TOTAL	CANTIDAD	15	21	1	19	56
	%	100%				100%

Fuente: los autores.

Resultados específicos frente a las dos tendencias

En la tabla 5 se evidencia que en la primera tendencia se seleccionaron 21 investigaciones, que corresponden al 37%, con una cantidad de nueve en SCOPUS, siete en ERIC, cuatro en DIALNET y una en SCIELO. Mientras que en la segunda tendencia se seleccionaron 35, que corresponde al 63%, con 12 en SCOPUS, 12 en ERIC, 11 en DIALNET y ninguna en SCIELO.

Tabla 5. Investigaciones encontradas en cada una de las tendencias distribución por tendencias 1) CPPCE- CO y tendencia 2) CE-CO.

BASES DE DATOS	TENDENCIA 1		TENDENCIA 2		TOTAL	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
DIALNET	4	27%	11	73%	15	100%
SCOPUS	9	43%	12	57%	21	
SCIELO	1	100%	0	0%	1	
ERIC	7	36,80%	12	63,20%	19	
TOTAL	**21**	**37%**	**35**	**63%**	**56**	**100%**

Fuente: los autores.

En el anexo 1, se muestran las investigaciones seleccionadas en las bases de datos DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC, de las cuales se encuentra una menor cantidad relacionadas con la tendencia 1 CPPCE-CO. Dichas investigaciones fueron desarrolladas en diferentes regiones, y se resaltan i) la investigación adelantada por Araujo, Rossi y Teixeira (2019), en la que se un paralelo entre los conocimientos docentes en educación sexual, en la educación básica, entre Portugal y Brasil. Por su parte. ii)la investigación desarrollada por Vianna y Ritter. (2021) que indaga acerca de las concepciones de docentes colombianos sobre el currículo de química en las Instituciones de educación media de Bogotá. iii) la investigación adelantada por De Souza (2015) en la que se identifican las contradicciones en la perspectiva que tienen los docentes de ciencias naturales con respecto a la educación ambiental y su relación con el currículo oficial de São Paulo Brasil. iv) En España se encuentra la investigación de Calavia, Mazas y Bravo (2022), centrada en analizar cuáles contenidos afines a la bioética se encuentran en los libros de Cultura Científica de grado 1º de bachillerato y la forma cómo los abordan los docentes en el aula y v) la desarrollada por Romero, De las Heras y Travé. (2020), en la que los autores analizan el pensamiento de los docentes y los libros de texto de los grados 1º y 2º de la Educación Secundaria Obligatoria, y se cuestionan sobre si se favorece el desarrollo de competencias en los estudiantes de estos niveles educativos con los libros de texto de Ciencias Naturales.

En la tendencia 2 (CE-CO) se encuentra una mayor cantidad de investigaciones (35) encontradas en los portales DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC, como las desarrolladas en Colombia por Martínez, Casimiro, Cárdenas y Jirón (2021), que se centra en analizar la organización de los contenidos escolares en las orientaciones curriculares de Bogotá, para el conocimiento escolar en Ciencias Naturales y, la investigación adelantada por Cárdenas y Martínez (2017), en la que las autoras caracterizan la estructura de los estándares básicos de competencias en ciencias propuestos por el Ministerio de Educación de Colombia, que son referentes curriculares establecidos para el conocimiento escolar para esta área del conocimiento.

En otros países se encuentra la investigación desarrollada por Mateo, Mazas, Lucha, Martínez y Cortés (2017), centrada en analizar cómo se abordan los minerales en los libros de textos de la enseñanza obligatoria, que a pesar de su relevancia no es interesante para los estudiantes, en parte porque son abordados muy alejados de sus contextos. De allí que los autores proponen un modelo escolar para la enseñanza de los minerales, teniendo en cuenta las relaciones que existen entre estos, su origen, propiedades y usos, a partir de los currículos oficiales de Educación Primaria y Secundaria.

En SCOPUS se encuentra la investigación desarrollada en Portugal por João, Henriques y Rodrigues. (2022), en la que los autores proponen otra organización de los documentos curriculares, que sirva como derrotero para orientar las prácticas docentes y los recursos relacionados con los suelos desde la perspectiva del desarrollo sostenible, con el propósito de promover una educación de calidad en las escuelas de educación básica de Portugal, al tiempo que identifican problemas y desafíos en relación con este tópico.

Además, en la investigación desarrollada por De Sousa (2019) se analiza el currículo de Biología del sistema educativo de São Paulo y los cuadernos del docente, teniendo en cuenta la relación entre los sustentos teóricos, los contenidos y las competencias, lo que permitió identificar que el currículo de Biología tiene una tendencia académica con relevancia de contenidos y habilidades que implican el manejo de conceptos estrictos de la ciencia de referencia y no incluye la cultura.

Se destaca que algunas de las investigaciones enmarcadas en la segunda tendencia abordan el currículo oficial de manera explícita, como las desarrolladas por García, Criado y Cañal (2014), en la que se analizan las prescripciones del currículo oficial de la LOE y los resultados indican que estas disposiciones para la educación científica en primaria no están acordes con las recientes tendencias en Didáctica de las Ciencias, por lo que se hacen algunas recomendaciones tendientes a la mejora de las propuestas oficiales ; o la investigación adelantada por Criado, Cruz, García y Cañal (2014), en la cual los autores parten de la inquietud acerca cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial, para generar sugerencias desde un análisis curricular comparativo en relación con las finalidades y contenidos escolares relacionados con la Ciencia escolar.

En el portal SCIELO se seleccionó únicamente la investigación de Cárdenas y Martínez. (2021), centrada en analizar los tipos y niveles de contenidos escolares presentes en las orientaciones curriculares expedidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia para el área de Ciencias Naturales, que incluyen los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos del Aprendizaje. Como parte de los resultados, las autoras resaltan que se encontraron diferentes tipos de contenidos escolares que incluyen los conceptuales, procedimentales y actitudinales, y también algunas articulaciones entre estos contenidos que se vinculan con una perspectiva disciplinar, mientras que su

organización se propone como una construcción pedagógica y didáctica propia del nivel integrador – transformador.

Tendencia 1

Como se mencionó anteriormente, en la tendencia (1) se encontraron 21 investigaciones, de las cuáles algunas indagan por la relación que establecen los docentes con el currículo oficial de manera general, como por ejemplo aquella que se relaciona con la interdisciplinariedad obligatoria en secundaria y la considera como un componente oficial del currículo (no solo como una obligación), e involucra a profesores de ciencia, tecnología y matemáticas de Quebec Canadá.

Más específicamente, en una se analiza el impacto de los materiales curriculares basados en la investigación y el desarrollo profesional desde el currículo de ciencias en la escuela secundaria. En otra se plantea la implementación exitosa de un currículo de ciencias integrado, que incluye varios productos y aportes sobre la calidad del docente, las experiencias de desarrollo profesional y los períodos de planeación del contenido relacionados con el conocimiento del contenido asociado con el currículo enseñado. Otra analiza la política del Consejo de Exámenes de África Occidental (WAEC); otra en la que los diseñadores y administradores curriculares han buscado la manera de involucrar a los docentes en la selección del plan de estudios y la planificación de su implementación, para lo que se han realizado capacitaciones, visitas a las aulas de clase y charlas sobre la importancia de llevar a cabo el plan curricular. Y la última en la que se analiza el plan de estudios de Estudios Curriculares de Ciencias Biológicas (BSCS), utilizando la versión amarilla adaptada a Israel.[2]

Por último, se encuentra la investigación desarrollada en el marco del proyecto curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar) que se centra en la representación del conocimiento curricular de los profesores de ciencias, a través del análisis de los bloques que conforman el currículo desde el referente del guion interpretativo.

Las investigaciones relacionadas con la primera tendencia CPPCE- CO incluyen los documentos y los libros de texto, como la investigación que aborda el análisis de los libros de texto de la asignatura de Cultura Científica de 1º Bachillerato de España, junto con la manera cómo los docentes los abordan y las metodologías didácticas que implementan en el aula. O la investigación que analiza los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza y el pensamiento de los profesores en relación con los Manuales de 1º y 2º de ESO en España. También se encuentra la investigación en la que se realiza un análisis de los libros de texto para determinar si estos responden a los indicadores de los criterios de evaluación y a las competencias de acuerdo con la normativa vigente en primaria. Otra investigación que se centra en el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) en el Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º de Primaria de España.

Por otra parte, se encuentra una investigación en la que se contrasta la valoración de los libros de texto por parte de los docentes, teniendo en cuenta que a través de estos se implementa el currículo oficial y se garantiza el desarrollo de la didáctica general y específica en los Centros de Educación Infantil y Primaria. Igualmente se encuentra otra investigación en la que se realiza el análisis de las directrices curriculares de Portugal y España en Primaria, desde el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente), de allí

[2] El Ministerio de Educación supervisa los planes de estudio y los exámenes de "Bagrut", y determina las asignaturas obligatorias y el nivel mínimo de estudios requerido para el certificado de "Bagrut". Ministerio de Ailá e integración (2019, p. 22).

se señala que es necesario tener en cuenta en las directrices curriculares y en otros documentos que reglamentan la labor educativa, el desarrollo en los estudiantes de la cultura científica.

Es relevante destacar que algunas investigaciones relacionadas con la tendencia 1viran sobre los contenidos específicos, como la que se centra en las reflexiones de una docente de Ciencias Naturales acerca de su experiencia de enseñanza de la huerta escolar urbana, que pone en diálogo los Derechos Básicos de Aprendizaje y los Estándares Curriculares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia con las concepciones de los docentes colombianos con respecto al Currículo de Química que se desarrolla en las escuelas secundarias, el análisis de la perspectiva de los profesores de Ciencias Naturales sobre la Educación Ambiental, su relación con los contenidos de las asignaturas y el impacto de la política educativa vigente sobre su perspectiva.

Por último se resaltan i) la investigación que se centra la comprensión del conocimiento de profesores de ciencias humanas, exactas y biológicas del nivel educativo de Primaria y la manera cómo abordan la educación sexual de acuerdo con la legislación vigente, que establece su aplicación en establecimientos de enseñanza Básica y de la enseñanza Secundaria pública y privada, que en Portugal se ampara en la Ley nº 60/2009 de 6 de agosto y en Brasil en los Parámetros Curriculares Nacionales (PCNs). ii) La investigación en la que se analizan los documentos curriculares de Ciencias de la Educación Básica en las escuelas portuguesas (de 6 a 15 años), en la que se tienen en cuenta las percepciones de los docentes sobre cómo abordar el Desarrollo Sostenible y los suelos, a partir de este estudio se evidencia una grieta entre los documentos oficiales y las percepciones de los docentes sobre cómo se abordan estos temas. iii) La investigación cuyo propósito es la creación de un modelo de plan de estudios que motive a los docentes a incorporar en los contenidos contextuales nuevos de conocimiento a su labor pedagógica como el laboratorio de biología y la genética, en la que se exploraron varios métodos de enseñanza de la meiosis y la mitosis. Por último, iv) la investigación que tiene en cuenta los marcos legales que reglamentan las políticas públicas sobre gestión ambiental y la Educación Ambiental en Brasil, y reflexiona sobre la acción de los Consejos Ambientales, en el ámbito de la Educación Ambiental.

En el ámbito internacional se encuentra la investigación de Fernandes, Pires y Villamañán. (2014), desarrollada en Portugal y España, en la que los autores construyeron un instrumento, debatido y validado por expertos, por medio del cual se analizan las directrices curriculares para establecer si la perspectiva Ciencia Tecnología Sociedad Ambiente (CTSA) está incluida en estas. A nivel nacional de la tendencia 1 se destaca la investigación seleccionada en el portal SICELO que fue adelantada por Ortega. (2017), en la que no se especifica el nivel educativo en el cual se desarrolla, pero se menciona de manera explícita el conocimiento escolar y el disciplinar de los docentes mediante una serie de reflexiones sobre su participación en la edificación y enseñanza de contenidos relacionados con las disciplinas escolares.

A partir de los hallazgos en las bases de datos DIALNET, SCOPUS, SCIELO y ERIC se evidencia que, aunque existen investigaciones a nivel nacional e internacional acerca del CPPCE en relación con el currículo oficial y el conocimiento escolar en ciencias con el currículo oficial, , se requiere hacer otras que den cuenta de la relación entre el CPPCE – CO, lo que indica que existe un vacío investigativo que hace relevante el desarrollo de la investigación doctoral que articula el conocimiento profesional del profesor de ciencias con el conocimiento escolar de las orientaciones curriculares nacionales.

Tendencia 2

En esta tendencia CE- CO se encontraron 35 investigaciones, que abordan el análisis de las cuatro prescripciones oficiales de enseñanzas mínimas de los últimos 30 años en España, las orientaciones curriculares expedidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, el análisis de tres documentos de orientación curricular para el área de Ciencias Naturales de la Secretaría de Educación de Bogotá, el análisis de los documentos oficiales relacionados con la educación de jóvenes y adultos, como la colección didáctica del Ministerio de Educación de Brasil, y sus discursos sobre la educación de personas jóvenes y adultas centradas en la emancipación y el trabajo; el análisis de los currículos oficiales de varios países latinoamericanos, que incluyen a Argentina, Colombia, Cuba, El Salvador, Panamá, Paraguay, República Dominicana, México, Perú, Uruguay y de los problemas detectados por expertos.

Así, se realizó una revisión bibliográfica en periódicos relacionados con Educación sobre investigaciones en las que se hizo una análisis de los currículos de Ciencias Naturales, teniendo en cuenta la base teórica en los supuestos sociológicos de Bernstein, para determinar la relación entre el discurso pedagógico oficial y el discurso pedagógico implícito en estos documentos y el análisis de la estructura de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales de Colombia expedidos por el Ministerio de Educación Nacional. Otra investigación analizó la Educación científica en el currículo oficial para la etapa 3-6 años en Andalucía España y en otra se realizó un análisis de contenido de documentos curriculares de Chile de los niveles de primaria y secundaria.

En coherencia con lo anterior, se encuentra i) una investigación que presenta el análisis de las prescripciones oficiales de la LOE, en las que se analiza la educación científica promovida por el currículo oficial de primaria en España. ii) Una investigación en la que se utiliza un método de análisis taxonómico del plan de estudios de química turco de noveno grado. iii) una investigación en la que se analizan los documentos de Estándares Científicos Nacionales de Estados Unidos, para identificar las ideas centrales de la ciencia y utilizar la estructura narrativa como marco para la educación científica a través de la enseñanza de la química como una historia. iv) Una investigación relacionada con el plan de estudios de los cursos de física aplicada en Turquía. v) Una investigación relacionada con la reforma educativa mediante nueve estudios de caso: tres en ciencias, tres en matemáticas y tres en un orden superior de pensamiento a lo largo del plan de estudios. Por último, vi) una investigación que presenta un informe sobre la naturaleza actual del plan de estudios de la escuela secundaria de California, conformado por cinco capítulos en los que se describen seis niveles de políticas curriculares, las características de las escuelas del Estado, los requisitos de graduación y competencia y los diferentes caminos que los estudiantes pueden seguir.

Dentro de las investigaciones de la segunda tendencia, que se relacionan con la comparación de los documentos oficiales con libros texto, o que indagan por cómo se ha desarrollado el currículo a lo largo del tiempo, se encuentra i) la investigación que vira sobre diferentes aspectos que incluyen el análisis de los libros de texto sobre los fenómenos ópticos de acuerdo con lo establecido por el currículo establecido por la LOMCE. ii) El estudio de un proyecto denominado Semana de las Energías Renovables, enmarcado en la ley educativa española LOMCE. iii) El análisis del currículo de Biología propuesto para el sistema educativo de São Paulo Brasil. iv) El análisis de artículos relacionados con los libros de texto encontrados en 13 revistas científicas específicas, mediante el análisis de los objetivos, marco teórico, metodología, resultados y conclusiones, para identificar los problemas habituales para la enseñanza de las ciencias, teniendo en cuenta los libros de texto como herramientas mediadoras del currículo prescrito por los organismos gubernamentales en los niveles de primaria y secundaria. v) El proyecto que propone un currículo para 5º a 8º de educación fundamental en las Escuelas Públicas del Estado de São Paulo Brasil, mediante el análisis de una serie de documentos dirigidos a profesores y estudiantes que incluyen los

cuadernos del docente y del estudiante. vi) Una investigación en la que los autores analizan el Currículo Básico Nacional y los libros de textos en Venezuela. Por último, vii) la investigación en la que ahonda en los cambios en las políticas educativas y sus implicaciones para integrar las tecnologías de la información y la comunicación TIC en la enseñanza científica y el rendimiento de los estudiantes en las escuelas secundarias de Ghana.

De igual manera se encontraron otras investigaciones en las que se analiza la relación de finalidades, criterios de validación y los contenidos escolares, como por ejemplo la evaluación del aprendizaje a través de pruebas estandarizadas en el marco de los proyectos TIMSS y PISA en España, el análisis de los resultados de pruebas como las de la OCDE en el marco del Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA), teniendo en cuenta la diferenciación entre el currículo intencional u oficial, el currículo enseñado, el currículo aprendido y el currículo evaluado, se compara el plan de estudios del curso de ciencias de 2018, el estudio de tendencias en matemáticas y ciencias internacionales (TIMSS) de 2015 y el examen de ingreso a la escuela secundaria de 2018 en términos de dominios de contenido, dominios cognitivos y objetivos de aprendizaje, se tiene en cuenta las oportunidades educativas en ciencias y matemáticas para todos los estudiantes y proporciona algunas opciones de enseñanza afines para satisfacer las necesidades de los diferentes distritos estatales y, por último, se comprende la prueba de Química como medida normativa del rendimiento de los estudiantes y de cobertura curricular basada en objetivos.

Es relevante destacar que algunas investigaciones relacionadas con la tendencia 2 se enfocan en los contenidos específicos, los modelos de experto y los derivados de los currículos oficiales de educación primaria y secundaria -en relación con los minerales y cómo lo abordan los libros de texto de la LOE (Ley Orgánica de Educación) y la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa) publicadas en el BOE (Boletín Oficial del Estado) de España-, el balance de los logros del pasado y los retos del futuro en el campo de la Didáctica de las Ciencias, el análisis de los currículos de Ciencias de Reino Unido, Francia, Suecia, Portugal, España y Estados Unidos, para comprobar la presencia de la teoría de la evolución; otra relacionada con los planes de estudios de biología y guías curriculares sobre la pérdida de diversidad biológica y el cambio climático para las escuelas secundarias y preparatorias de Etiopía.

De igual forma, se analiza el currículo de ciencias biológicas y de sistemas terrestres como plan de estudios integrado, para estudiantes de noveno y décimo grado de secundaria, y se presenta un borrador de los Estándares Nacionales de Ciencias del Consejo Nacional de Investigación y apartes del borrador actual de los Estándares Científicos de Ohio, y se presenta un documento diseñado para ayudar a los maestros y administradores de Alaska a desarrollar capacitación secundaria y postsecundaria en recursos naturales no renovables. Lo anterior, está conformado por varias secciones en las que se menciona el currículo basado en competencias y el papel de los educadores vocacionales en la planificación, implementación y evaluación del currículo, el alcance y secuencia de competencias en recursos naturales no renovables, las competencias básicas, avanzadas y las tareas complementarias de liderazgo y ciudadanía, el marco para diseñar e implementar un programa equilibrado en recursos naturales no renovables y en la última sección proporciona los matrices de análisis curricular, las habilidades de muestra, fuentes de materiales didácticos y suministros para la educación sobre recursos naturales no renovables.

En la tendencia (2) se destaca la investigación adelantada en Colombia por Cárdenas y Martínez (2021), en la que las autoras analizan los tipos y niveles de organización de los contenidos escolares de ciencias naturales de las orientaciones curriculares expedidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Lineamientos Curriculares, Estándares Básicos de Competencias y Derechos Básicos del

Aprendizaje), los resultados muestran variedad de contenidos escolares que incluyen los conceptuales, procedimentales, actitudinales y las articulaciones entre estos contenidos y su organización en diferentes niveles de complejidad, tendientes a un nivel integrador-transformador. Esta investigación se relaciona principalmente con las categorías del conocimiento escolar: contenidos escolares, finalidades del conocimiento escolar.

En cuanto a las categorías del conocimiento escolar, se evidencia que las investigaciones seleccionadas en el portal DIALNET se relacionan con los contenidos escolares conceptuales, procedimentales y actitudinales, y con los referentes epistemológicos, como por ejemplo la naturaleza del conocimiento y el conocimiento científico, las finalidades, la formación de ciudadanía y la formación para retos, los criterios de validación como concepciones de los docentes, las fuentes y criterios de selección de contenidos, los contenidos escolares, y los criterios de validación como la evaluación del aprendizaje.

Las investigaciones seleccionadas en SCOPUS y ERIC se relacionan con las mismas categorías del conocimiento escolar, aunque tienen una mayor relevancia aquellas relacionadas con los contenidos escolares, ya que, algunas mencionan de manera explícita los contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales y su articulación a la Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS), la Educación Ambiental (EA) o materias como Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM). También se evidencian contenidos meta disciplinares como la biodiversidad o se mencionan los contenidos curriculares. En algunas de estas investigaciones tienen mayor relevancia los contenidos actitudinales, seguido por los referentes epistemológicos como el contexto o los efectos de las políticas en la práctica docente y las finalidades del conocimiento escolar. En cuanto a los criterios de validación del conocimiento escolar se menciona la evaluación de los estudiantes mediante pruebas estandarizadas y los resultados de los estudiantes.

En cuanto a los referentes epistemológicos del Conocimiento Escolar en las bases de datos DIALNET, SCOPUS y ERIC se encuentra que la mayoría de estas están enfocadas en el área de Ciencias Naturales, específicamente con Química. En Dialnet se encuentran investigaciones relacionadas con Ciencias Naturales y Ciencias Sociales desarrollada en los niveles de Educación Básica Primaria y Básica Secundaria. Otras son multidisciplinares, que incluyen diferentes áreas como ciencias humanas, exactas y biológicas. En este sentido en el portal bibliográfico ERIC también se encuentran investigaciones que presentan las siguientes relaciones: la Educación Ambiental, las Ciencias Biológicas y los Sistemas Terrestres; las Ciencias, las Tecnologías y las Matemáticas, y, las Ciencias y las Matemáticas, en un orden superior de pensamiento a lo largo del plan de estudios, en recursos naturales e incluso en alguna de estas investigaciones especifican que está relacionada con Biología.

Cabe resaltar que, con respecto a los referentes epistemológicos, se encuentra que en el portal bibliográfico SCOPUS hay investigaciones enfocadas en Ciencias Naturales y otras, la Perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad, Ciencia Escolar, Bioética, Desarrollo sostenible con relación a los suelos, Física, Energías renovables, Alfabetización científica ambiental, hábitos vida saludable en disciplinas como Ciencias, Educación Física, Geografía, Historia, Inglés, lengua Portuguesa, Matemáticas y Educación ambiental. Mientras que en SCIELO no especifican el área del conocimiento con la que se relaciona la investigación.

Conclusiones

Desde la RSL acudiendo a las bases de datos ERIC, SCOPUS, DIALNET y SCIELO, se puede concluir que hasta el año 2024, son escasas las investigaciones que se preocupen o aborden de manera explícita el CPP-CE en relación con el currículo oficial.

La mayoría de las investigaciones de la primera tendencia (37%) CPPCE- CO, abordan la relación del conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial de manera tangencial. En la segunda tendencia (63%) Conocimiento escolar en ciencias en relación con el currículo oficial, aunque se encuentran investigaciones que centran la mirada en el conocimiento escolar en documentos (orientaciones, textos, resoluciones) que hacen parte del currículo oficial, estas siguen siendo escasas.

Dentro de las investigaciones relacionadas con la primera tendencia CPPCE-CO, se destacan algunas que incluyen documentos del Estado a nivel nacional, como por ejemplo el análisis de las prescripciones oficiales de enseñanzas mínimas de los últimos 30 años en España; las Orientaciones Curriculares expedidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia; y el análisis de los documentos oficiales relacionados con la educación de jóvenes y adultos como la colección didáctica del Ministerio de Educación de Brasil y sus discursos sobre la educación de personas jóvenes y adultas, centradas en la emancipación y el trabajo.

En cuanto a las investigaciones afines con la segunda tendencia CE-CO, que se relacionan con la comparación de los documentos oficiales con libros texto o que indagan por cómo se ha desarrollado el currículo a lo largo del tiempo, se destacan algunas desarrolladas en España. Por ejemplo, la que aborda los diferentes aspectos que incluyen el análisis de los libros de texto sobre los fenómenos ópticos de acuerdo con lo establecido por el currículo de la LOMCE, y otra centrada en el estudio de un proyecto denominado Semana de las Energías Renovables, enmarcado en la Ley educativa española LOMCE.

Derivado de la RSL se puede concluir que no se encontraron investigaciones que incidan en la problematización de las orientaciones curriculares o directrices del Estado, como un campo de investigación de la Didáctica de las Ciencias y su relación con el Conocimiento Profesional de los Profesores de Ciencias sobre el Conocimiento escolar, como aporte tanto en lo conceptual, como en lo metodológico.

En algunas investigaciones seleccionadas a partir de la RSL, se evidencia una preocupación por analizar la relación entre el CE- CO teniendo en cuenta un contenido específico como la huerta escolar, la tradición Ciencia Tecnología y Sociedad, el concepto físico-químico de la materia; otras incluso articulan conceptos propios de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales, como la enseñanza de los minerales, mientras que otras investigaciones lo abordan de manera general.

A partir de la RSL se reconoce la importancia de desarrollar trabajos, que se centren en problematizar la comprensión que tienen los maestros de las orientaciones curriculares nacionales, dado que en Colombia el porcentaje de estudios relacionados con la tendencia: Conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con el currículo oficial, presentan un porcentaje bajo del (5,36%) en relación con el número total de investigaciones.

Referencias

Adúriz- Bravo, A. e Izquierdo, A, M (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 1(3), pp. 130-140 (2002) 130. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf

Arnau, S, L. y Sala, R, J. (2020). La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad. *Departament de Teories de l'Educació i Pedagogia Social Universitat Autònoma de Barcelona*.

Cárdenas, N, A, M., Martínez, R, C, A. y Jirón, P, M (2018). ¿Qué sabemos los profesores sobre las orientaciones curriculares para la enseñanza de las ciencias en Bogotá?: una aproximación al problema. Revista *Educación y Ciencia (21) – 2018,* pp. 33- 39.

Cárdenas, N. A, M (2021). El conocimiento escolar en los lineamientos curriculares, Estándares Básicos de Competencias y Derechos Básicos de Aprendizaje para el área de Ciencias Naturales en Colombia: Estudio de caso. DIE Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia.

Castro, V, F, E. y Benarroch, B.A. (2023) Tendencias investigativas en educación formal frente al agua: revisión sistemática en la literatura científica colombiana. Tendencias investigativas en educación formal frente al agua: revisión sistemática en la literatura científica colombiana. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (53), pp. 102–120. https://doi.org/10.17227/ted.num53-13648.

Fonseca, A, G. (2018). El conocimiento profesional del profesor de Biología sobre la Biodiversidad. Un estudio de caso en la formación inicial durante la práctica pedagógica en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tesis PHD.

García, C, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias, 32 (1),* pp.139-157

García, C, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). Scientific literacy at the 3-6 year old stage: An analysis of Spain's national curriculum. *Enseñanza de Las Ciencias, 32(2),* pp. 131-149. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817

Ley General de Educación 115 (1994). Por la cual se expide la ley general de educación. Congreso de la República de Colombia. En https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Martínez, C.A., Cárdenas, N. A. M. y Jirón, P. M. (2020). Currículos oficiales en ciencias y conocimiento escolar: una revisión desde publicaciones especializadas. pp, 192- 204. Publicado en: Sánchez, A, T., Durango, L, I, T y Casallas, H, M, A. (2020). Encuentro de socialización de experiencias investigativas en la Facultad de Ciencias y Educación Memorias. Número especial. Evaluación, currículo y formación docente.

Martínez, R. C. A. (2017). Ser maestro de ciencias: productor de conocimiento profesional y conocimiento escolar. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. En: https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/ser_maestro_de_ciencias_productor_de_conocimiento_profesional_y_de_conocimiento_escolar.pdf

Martínez, R. C. A. (2016). El conocimiento profesional del profesor(a) de Ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar: Dos estudios de caso en Aulas Vivas y Aulas Hospitalarias del Distrito Capital de Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/el_conocimiento_profesional_de_los_profesores_de_ciencias_sobre_el_conocimiento_escolar_dos_estudios_de_caso_en_aulas_vivas_y_aulas_hospitalarias_del_distrito_capital_de_bogota.pdf

Martínez, C. A. y Valbuena, U. E. O. (comps). (2013a). Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y conocimiento escolar. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. http://die.udistrital.edu.co/publicaciones/conocimiento_profesional_profesores_ciencias_sobre_conocimiento_escolar_resultados

MEN. Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Proyecto editorial y coordinación Escribe y Edita Mariana Schmidt Q. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

MEN. Ministerio de Educación Nacional (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje Sociales. Panamericana Formas E Impresos S.A. https://colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Sociales-V2.pdf

MEN (1998). Lineamientos curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá: Editorial Delfín Ltda. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Ministerio de Ailá e integración (2019). El sistema educativo en Israel Primera edición. En: https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/education_guides/es/edu_es.pdf

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(l), pp. 175-185. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4152

ANEXOS

Anexo 1. Investigaciones seleccionadas y clasificadas en cada tendencia. 1) Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias sobre el Conocimiento Escolar en relación con el Currículo Oficial CPPCE-CO y la tendencia 2) Conocimiento Escolar de Ciencias en el Currículo Oficial CE- CO.

Fuente: los autores.

No	REFERENCIA DIALNET	T. 1	T. 2
1	García, C, A. (2022). La naturaleza de la ciencia en las metas de aprendizaje de las sucesivas reformas curriculares en España: Un análisis desde la tradición CTS. CTS: *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 17(51),* pp. 77-94.		X
2	Barbosa, N., Reyes, R, J. D., y Bustos, V, E. H. (2022). La huerta escolar urbana: Vivencias de conocimiento que dejan huella. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza, Extra 1, 335,* pp. 2886- 2894	X	
3	Cárdenas, N, A. M., y Martínez, R, C. A. (2021). Contenidos escolares en ciencias naturales desde el currículo oficial de Colombia. *Revista Científica, 42(3),* pp. 328-338. ttps://doi.org/10.14483/23448350.17614		X
4	Vianna, N. S., y Ritter, P, J. (2021). As concepções de professores colombianos sobre o currículo de química nas escolas de educação média de Bogotá. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 49 (ene-jun),* pp. 183-198.	X	

5	Martínez, R, C. A., Casimiro, L, A., Cárdenas, N, A. M., y Jirón, P, M. (2021). La organización de los contenidos escolares en orientaciones curriculares para el conocimiento escolar en ciencias naturales (Bogotá, Colombia). *Praxis, 17(2),* pp. 1-17.		X
6	De Araujo, M. F., Rossi, C. R., y Teixeira, F. (2019). O saber fazer docente em educação para a sexualidade na educação básica: Um paralelo entre Portugal e Brasil. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, 14(Extra 2 (n. esp. 2),* pp. 1410-1426.	X	
7	Marsico, J., y Serra, F, M. (2020). História do currículo do presente: Investigando processos alquímicos no ensino de ciências para a educação de jovens e adultos no Brasil. *ETD: Educaçao Temática Digital, 22(4),* pp. 837-855. ISSN-e 1676-2592, Vol. 22, Nº. 4, 2020		X
8	Atrio, C, S., y Calvo, P, M. A. (2017). El concepto físico-químico de materia en las escuelas latinoamericanas de educación primaria: Cuándo y con qué profundidad se trabaja. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 25(98). http://epaa.asu.edu/ojs/3023		X
9	Mateo, E., Mazas, B., Lucha, P., Martínez, P, B., Cortés, A, L (2017). ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Reflexiones a partir de un análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,* pp. 483-490.		X
10	Franciele Braz de O, C. (2017). Análise de currículos de ciências à luz da teoria de Bernstein. Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 3, pp. 795-808. doi: https://doi.org/10.1590/1516-731320170030016		X
11	Cárdenas, N, A. M., y Martínez, R, C. A. (2017). Los referentes curriculares instituidos para la elaboración del conocimiento escolar en ciencias en Colombia: ¿qué caracteriza la estructura de los estándares básicos de competencias en ciencias? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *0*, pp. 1183-1188.		X
12	De Souza, D, C. (2015). La visión de los profesores de ciencias naturales acerca de la educación ambiental y su relación con el currículo oficial del Estado de São Paulo, Brasil: Algunas contradicciones. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 38,* pp. 147-166.	X	
13	Tapia, L, F. J. (2013). Estudio comparado del currículo básico nacional y los libros de textos en Venezuela. Los contenidos de ciencias biológicas en la educación primaria [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, *Universidad de Córdoba (ESP)]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=68582*		X
14	García, C, A., Criado, A. M., y Cañal de L, P. (2013). ¿Qué educación científica sugiere el currículo oficial de Andalucía para la etapa de infantil? *Investigación en la escuela, 79*, pp. 87-103.		X
15	Acevedo, D, J, A, (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en *ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2 (3),* pp. 280-301.		X
No	**SCOPUS**	**T. 1**	**T. 2**
16	Calavia, L, S., Mazas, G, S., y Bravo, T, B. (2022). What bioethics contents are addressed in 11th grade Scientific Culture books? How and what do teachers work in their classrooms? Revista Eureka, 19(2). Scopus. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2103	X	
17	João, P., Henriques, M. H., y Rodrigues, A. V. (2022). Sustainable Development and Soils in the Portuguese Education System: Open Problems and Further Challenges. Education Sciences, 12(10), pp. 1- 30. Scopus. https://doi.org/10.3390/educsci12100672	X	
18	Álvarez, E, J., Hevia, I., y Toffolatti, L. (2021). The Optics in Physics textbooks. *Optica Pura y Aplicada, 17(8),* pp. 1-13. Scopus. https://doi.org/10.7149/OPA.54.2.51061		X

19	García, F, J.; Merchán, R.P.; Mateos, R, J.M.; Medina, A.; Santos, M.J. (2021). Towards a Sustainable Future through Renewable Energies at Secondary School: An Educational Proposal. *Sustainability 2021, 13, 12904*, pp. 1 -23. https://doi.org/10.3390/ su12212904		X
20	Romero, F, R, De las Heras. P, Mª Á., y Travé, G. (2020). ¿Se favorece el desarrollo competencial del alumnado desde los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza? Análisis del pensamiento de los profesores y de los manuales de 1º y 2º de ESO. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 28(179). https://doi.org/10.14507/epaa.28.4261	X	
21	De Sousa, J. C. (2019). Biology subject in the Official Curriculum of State of São Paulo. Investigacoes em Ensino de Ciencias, 24(3), pp. 325-344. Scopus. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p325		X
22	Porlán, A, R. (2018). Conscious science education. *Ensenanza de Las Ciencias, 36(3),* pp. 5-22. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795		X
23	Vázquez, B, L. y Bugallo, R, A. (2018) El modelo de evolución en el curriculum de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. Revista *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15 (3), 3101,* pp. 1- 13. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3101		X
24	Martínez, R, F. (2018). ¿Por qué es tan difícil mejorar los niveles de aprendizaje?: A propósito de las nuevas reformas a la educación básica mexicana. *Perfiles Educativos, 40(159),* pp. 162-176. Scopus. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.159.57970		X
25	Rodríguez, M, J., Pro Bueno, A. y Molina, J, M, D. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. R*evista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 18 (3), 3102*. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3102	X	
26	Borges, F, I, M., Pires, D, M., y Delgado, I, J. (2018). What improvements have been archived regarding Science Education from Environment-Science-Technology-Society approach in the new Spanish official curriculum of Primary Education? *Revista Eureka, 15(1).* Scopus. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1101	X	
27	Navarro, N, B. (2017). Opportunities to learn about the environmental issues in Chile's national science curriculum. *Enseñanza de Las Ciencias, 35(3),* pp. 107-127. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1961. Oportunidades de aprendizaje en temáticas ambientales brindadas por el currículum nacional de ciencias de Chile.		X
28	López, S, F. J., García, P, F. J., y Travé, G, G. (2016). Learning environment and textbooks in andalusia: An analysis content and teacher knowledges. Revista Complutense de Educacion, 29(2), pp. 539-557. Scopus. https://doi.org/10.5209/RCED.53450	X	
29	Fernandes, I, M., Pires, D, M., y Villamañán, R, M. (2014). Scientific education with the approach environment, science, technology and society. Development of an instrument for the analysis of curriculum guidelines. *Formación Universitaria Vol. 7(5),* pp. 23-32. doi: 10.4067/S0718-50062014000500004	X	
30	Criado, A. M., Cruz, G, M., García, C, A., y Cañal, P. (2014). How to improve the national science curriculum of Spanish primary education. Suggestions from a comparative analysis of goals and content with England and the USA. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), pp. 249-256. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1069		X
31	García, C, A., Criado, A. M., y Cañal, P. (2014). Scientific literacy at the 3-6 year old stage: An analysis of Spain's national curriculum. *Enseñanza de las Ciencias, 32(2),* pp. 131-149. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817		X
32	García, C, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias, 32 (1),* pp.139-157		X
33	Occelli, M., y Valeiras, N. (2013). Science textbooks as research objects: A bibliogrphic review. *Enseñanza de Las Ciencias, 31(2),* pp. 133-152. Scopus. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761		X

34	Gomes, F, E., Jobstraibizer, G. A., Souza, da S, C., y Cervato, M, A. M. (2012). Approach to food and nutrition issues in teaching materials in elementary school: Interface with food and nutritional security and national curriculum parameters. Saude e Sociedade, 21(4), pp. 1063-1074. Scopus. https://doi.org/10.1590/S0104-12902012000400023		X
35	Solís, E., Porlán, R. y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el Conocimiento Curricular de los profesores de Ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias, 30 (3),* pp. 9-30	X	
36	Novicki, V., y de Souza, D. B. (2010). Environmental education's public policies and the environment council actions in Brazil: Perspectives and challenges. *Ensaio, 18(69),* pp. 711-736. Scopus. https://doi.org/10.1590/S0104-40362010000400004	X	
No	**SCIELO**	**T. 1**	**T. 2**
37	Ortega, I, J, M. (2017). Conocimiento escolar y conocimiento "disciplinar" del profesor: algunas reflexiones sobre la participación del profesor en la construcción y enseñanza del contenido asociado a las disciplinas escolares. *Revista FOLIOS*, Primera época, no 45, pp. 87.	X	
No	**ERIC**	**T. 1**	**T. 2**
38	Amedeker, M. K. (2020). Changing Educational Policies: Implications for ICT Integration in Science Instruction and Performance of Students in Ghanaian Senior High Schools. En International Association for Development of the Information Society. *International Association for the Development of the Information Society*, pp. 72- 78.		X
39	Zorluoglu, S. L., Kizilaslan, A., y Yapucuoglu- Donmez, M. (2020). Taxonomical analysis of the chemistry curriculum. *Cypriot Journal of Educational Science. 15(1), 009–020.* https://doi.org/10.18844/cjes.v15i1.3516		X
40	Winston, J. (2019). Teaching Chemistry as a Story: Using Narrative Structure as a Framework for Science Education. *Electronic Journal of Science Education, 23(3),* pp. 59-72.		X
41	Peduk, B., y Ates, O. (2019). Analysis of the science course curriculum objectives and high school entrance examination questions according to TIMSS framework. International Journal of Educational Methodology, 5(3), pp. 433-449. https://doi.org/10.12973/ijem.5.3.433.		X
42	Özcan, H. (2018). Context-Based Comparative Analysis of Turkish Physics Curriculum of Republic Period. *European Journal of Physics Education, 9(2),* pp. 37-53.		X
43	Abdelkrim, H., Yves, L., y Froelich, A. (2015). Mandated Interdisciplinarity in Secondary School: The Case of Science, Technology, and Mathematics Teachers in Quebec. *Issues in Interdisciplinary Studies.* https://eric.ed.gov/?id=EJ1117890, pp. 144- 180.	X	
44	Taylor, J., Kowalski, S., Getty, S., Wilson, C., y Carlson, J. (2013). The Effects of Research-Based Curriculum Materials and Curriculum-Based Professional Development on High School Science Achievement: Results of a Cluster-Randomized Trial, En *Society for Research on Educational Effectiveness. Society for Research on Educational Effectiveness,* pp. 1-8.	X	
45	Dalelo, A. (2012). Loss of Biodiversity and Climate Change as Presented in Biology Curricula for Ethiopian Schools: Implications for Action-Oriented Environmental Education. *International Journal of Environmental and Science Education, 7(4)*, pp. 619-638.		X
46	Harrell, P. E. (2010). Teaching an Integrated Science Curriculum: Linking Teacher Knowledge and Teaching Assignments. *Issues in Teacher Education, 19(1),* pp. 145-165.	X	
47	Kilpatrick, J., y Quinn, H. (2009). Science and Mathematics Education. Education Policy White Paper. En *National Academy of Education (NJ1). National Academy of Education*. https://eric.ed.gov/?id=ED531143, pp. 1- 12.		X

48	Grier, J. M. (2003). Content Construction: How Content Becomes Curriculum in Secondary Science Classrooms. https://eric.ed.gov/?id=ED476646, pp. 1- 42.	X	
49	Anderson, R. D. (1995). Study of Curriculum Reform. *Volume II: Case Studies. Studies of Education Reform.* https://eric.ed.gov/?id=ED397536, OfficeofEducationalResearchandImprovement(ED), Washington,DC, pp. 1- 429		X
50	The Biological and Earth Systems Science Curriculum. *Report to the Worthington Board of Education.* (1994). https://eric.ed.gov/?id=ED373975. OhioStateUniv.,Columbus.ResearchFoundation.		X
51	The North Carolina Test of Chemistry. Technical Characteristics. *Forms A-D. (1990). NorthCarolinaStateDept.ofPublicInstruction, Raleigh.*Div.ofAccountabilityServices/Research, pp. 1 -41		X
52	Alao, D, A., y Gallagher, J, J. (1988). Influences of Examination Policies on Chemistry Teaching Practices in Nigerian High Schools: An Ethnographic Study. https://eric.ed.gov/?id=ED292615, pp. 1-42.	X	
53	Demmert, w, g., y Ryals, K. (1988). Non- Renewable Resources Curriculum. (1988). En *Guides-ClassroomUse-Guides (ForTeachers)(052)*https://eric.ed.gov/?id=ED322354, pp. 1- 79.		X
54	California High School Curriculum Study: Paths through High School. (1984). https://eric.ed.gov/?id=ED254574, pp. 1- 8.1.		X
55	Churchman, D., y Wingard, J. (1978). Adapting Science Curricula to the Needs of Teachers and Students. *Paper presented at the Bat Sheva Seminar on Curriculum Implementation (Rehovot and Jerusalex, Israel, August 1578),* pp. 1- 16, https://eric.ed.gov/?id=ED174390.	X	
56	Tamir, P. (1975). The Effect of the Teachers' Curricular Bias, the Kind of Curriculum Studied as Well as Their Interaction on Students' Achievement in High School Biology. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Researchin Science Teaching (48th, Los Angeles, California, March1975).* https://eric.ed.gov/?id=ED104655	X	

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.20869

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

DESVENDANDO ESTRATÉGIAS DE CÁLCULO DOS ALUNOS: UM ESTUDO SOBRE AS QUATRO OPERAÇÕES COM JOGOS DIGITAIS

UNCOVERING STUDENTS' CALCULATION STRATEGIES: A STUDY ON THE FOUR OPERATIONS WITH DIGITAL GAMES

DESCUBRIENDO LAS ESTRATEGIAS DE CÁLCULO DE LOS ESTUDIANTES: UM ESTUDIO SOBRE LAS CUATRO OPERACIONES COM JUEGOS DIGITALES

Luiza Lehmen Kerkhoff*, **Márcia Rodrigues Notare****

Lehmen Kerkhoff, L.; Rodrigues Notare, M. (2025). Desvendando estratégias de cálculo dos alunos: um estudo sobre as quatro operações com jogos digitais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*,20(1), pp. 161-178. https://doi.org/10.14483/23464712.20869

Resumo

Este artigo é um recorte de uma pesquisa realizada para um trabalho de conclusão de curso que teve como objetivo compreender as estratégias de cálculo de alunos do 5° ano sobre as quatro operações básicas quando utilizam jogos digitais em dispositivos móveis. Neste artigo são analisadas as contribuições dos aplicativos digitais na elaboração e revelação de estratégias de cálculo envolvendo as quatro operações básicas durante a exploração dos jogos. Para isso foi realizado um estudo com quatro alunos do 5° ano de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul, Brasil. Os participantes puderam explorar dois aplicativos (Toon Math e Math Class) e, a partir de intervenções inspiradas no Método Clínico de Piaget foi possível acompanhar os pensamentos dos alunos e, a partir disso, entender a importância dos aplicativos digitais no processo de elaboração das estratégias de cálculo. Durante o experimento, os alunos revelaram seus pensamentos e apresentaram suas hipóteses de explicação das resoluções das operações propostas pelos aplicativos. Os participantes também expuseram suas opiniões sobre o uso dos aplicativos e de outros jogos nas aulas de matemática, afirmando que não o utilizam, mas que sua utilização seria importante para auxiliar seus colegas que possuem mais dificuldade de aprendizagem. Os resultados da pesquisa indicam que ambos aplicativos foram importantes para realizar as intervenções durante o experimento e permitiram compreender as estratégias de cálculo dos alunos a partir da exploração enquanto jogavam. Além disso, a pesquisa aponta que os elementos dos jogos - como pontuação e

Recibido: 16 de mayo de 2023, aceptado: 23 de enero de 2025

* Licenciada em Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. luiza_lehmen@hotmail.com - https://orcid.org/0000-0003-4795-0778

** Doutora em Informatica na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. marcia.notare@ufrgs.br - https://orcid.org/0000-0002-2897-8348

recompensas - fizeram com que os participantes tivessem maior interesse durante a pesquisa realizada.

Palavras-Chave: Operações Matemáticas. Estratégias de cálculo. Aplicativos Digitais. Dispositivos Móveis.

Resumen

Este artículo es un extracto de una investigación realizada para un trabajo de conclusión de curso que tuvo como objetivo comprender las estrategias de cálculo de estudiantes de 5to año sobre las cuatro operaciones básicas al utilizar juegos digitales en dispositivos móviles. En este artículo se analizan los aportes de las aplicaciones digitales en la elaboración y revelación de estrategias de cálculo que involucran las cuatro operaciones básicas durante la exploración de juegos. Para ello se realizó un estudio con cuatro estudiantes de 5to año de una escuela pública del interior de Rio Grande do Sul, Brasil. Los participantes pudieron explorar dos aplicaciones (Toon Math y Math Class) y, a través de intervenciones inspiradas en el Método Clínico de Piaget, fue posible seguir el pensamiento de los estudiantes y, a partir de ello, comprender la importancia de las aplicaciones digitales en el proceso de desarrollo de estrategias de cálculo. Durante el experimento, los estudiantes revelaron sus pensamientos y presentaron sus hipótesis para explicar las resoluciones de las operaciones propuestas por las aplicaciones. Los participantes también expresaron sus opiniones sobre el uso de aplicaciones y otros juegos en las clases de matemáticas, afirmando que no los utilizan, pero que su uso sería importante para ayudar a sus compañeros que tienen más dificultades de aprendizaje. Los resultados de la investigación indican que ambas aplicaciones fueron importantes para la realización de intervenciones durante el experimento y permitieron comprender las estrategias de cálculo de los estudiantes a partir de la exploración durante el juego. Además, la investigación muestra que los elementos del juego, como la puntuación y las recompensas, hicieron que los participantes tuvieran un mayor interés durante la investigación realizada.

Palabras Chave: Operaciones matemáticas. Estrategias de cálculo. Aplicaciones digitales. Dispositivos móviles.

Abstract

This article is an excerpt from research carried out for a final course work that aimed to understand the design strategies of 5th year students on the four basic operations when using digital games on mobile devices. This article analyzes the contributions of digital applications in the development and disclosure of calculation strategies involving the four basic operations during the exploration of games. For this purpose, a study was conducted with four 5th grade students from a state school in the interior of Rio Grande do Sul, Brazil. The participants were able to explore two applications (Toon Math and Math Class) and, through interventions inspired by Piaget's Clinical Method, it was possible to monitor the students' thoughts and, from this, understand the importance of digital applications in the process of developing calculation strategies. During the experiment, students revealed their thoughts and presented their

hypotheses to explain the solutions to the operations proposed by the applications. Participants also expressed their opinions about the use of the applications and other games in mathematics classes, stating that they do not use them, but that their use would be important to help their classmates who have more learning difficulties. The results of the research indicate that both applications were important for carrying out the interventions during the experiment and allowed us to understand the calculation strategies of the students based on the exploration while they were playing. In addition, the research indicates that the elements of the games - such as points and rewards - made the participants more interested during the research carried out.

Keywords: Math operations. Calculation strategies. Digital Applications. Mobile Devices.

1. Introdução

Este artigo é um recorte de um trabalho de conclusão de curso que teve como objetivo compreender os pensamentos e as hipóteses de alunos do 5° ano sobre as quatro operações matemáticas básicas quando utilizam jogos digitais.

A pesquisa foi realizada por meio de uma prática com alunos do 5º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental na qual os estudantes exploraram dois aplicativos digitais durante quatro encontros on-line. As interações entre pesquisadora-participantes foram inspiradas no Método Clínico de Jean Piaget (Mattos, 2017).

Neste artigo investigamos as contribuições dos aplicativos digitais Toon Math e Math Class na elaboração de estratégias de cálculos sobre as quatro operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão) para além do uso dos algoritmos durante a exploração dos jogos digitais.

A pesquisa foi realizada em quatro encontros síncronos, remotos e individuais com os alunos participantes da pesquisa. Os aplicativos Toon Math e Math Class foram explorados nesses encontros e, a partir das intervenções inspiradas no Método Clínico, os alunos foram incentivados a organizar suas ideias e compreender os conceitos relacionados às operações básicas a partir da exploração desses aplicativos.

Desse modo, o objetivo deste artigo, é analisar e compreender as estratégias de cálculo que surgiram durante a exploração de jogos digitais por estudantes do 5° ano de uma escola estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.

Nas seções que seguem, abordamos as características da sociedade atual, conhecida como Sociedade da Informação, impactada pelo avanço das tecnologias digitais da informação e comunicação e, em especial, as características das crianças da geração Alpha. Finalmente, apresentamos os procedimentos metodológicos da pesquisa e a análise dos dados, organizados em episódios representativos que emergiram dos dados produzidos na pesquisa.

2. Sociedade da Informação

Nos últimos anos, novas maneiras de comunicação, de relacionamento, de pensamento e de experiências vêm sendo determinadas por uma nova forma de organização, identificada como Sociedade da Informação (SI) (Coll e Monereo, 2010). Aliada a ela, temos as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), que auxiliam na disseminação das informações e na comunicação entre as pessoas

de forma cada vez mais rápida e acessível, e sem interferência da distância entre os pontos de comunicação. Essas tecnologias se fazem presentes na vida de muitas pessoas por meio da internet que, com a pandemia provocada pelo Covid-19, se fez ainda mais presente e essencial, e em contextos que antes não eram tão comuns para todos, como a educação. Desse modo, "mesmo aqueles que não nasceram no mundo digital, aos poucos vão se adaptando, já que se deparam com a necessidade de inserir as tecnologias em sua rotina diária." (Prensky, 2019, p. 62 apud Monteiro, Rosário e Pereira, 2019).

Nesse contexto, estão as crianças nascidas após o ano de 2010, integrantes da Geração Alpha. Segundo McCrindle e Wolfinger (2009), essas crianças nasceram e cresceram em contextos de muita utilização de tecnologias digitais e de fácil acesso a informações e aos meios digitais, de modo que, elas - assim como outros membros da SI - obtém e compartilham "qualquer quantidade de informação de maneira praticamente instantânea, a partir de qualquer lugar" (Coll e Monereo, 2010, p. 20). Assim, desde pequenas, muitas dessas crianças têm seus olhos voltados às telas de celular e tablet, sempre recebendo muitas informações - visuais e auditivas e, facilmente descobrem e aprendem novas funções dessas tecnologias enquanto exploram-nas. Além disso, os integrantes da Geração Alpha projetam e criam suas brincadeiras, ou até mesmo adaptam-nas conforme seus interesses e condições.

Desse modo, essas crianças podem assumir papéis de protagonistas na escolha do que consumir e explorar. Conforme Maciel e D'Arienzo (2020, p. 2), "essa geração torna-se consumidora, usuária e produtora das mídias atuais, necessitando assim, assumir papel de protagonista no contexto escolar, por meio de aulas criativas, dinâmicas e interativas, como as práticas vivenciadas no ciberespaço.". Assim, existe a necessidade de pensar o ensino escolar dessas crianças a partir de seus protagonismos, de modo que elas sejam ativas na construção de seus conhecimentos. Desse modo, o ensino que ocorre apenas pela transmissão de conhecimento do professor para o aluno se torna passado para essa geração e é necessário pensar em propostas de aula que permitam o papel ativo e a autonomia dos alunos, como propõem as metodologias ativas no sentido defendido por Bacich e Moran (2018).

Em muitas escolas e contextos escolares os celulares ainda são proibidos, pois são associados apenas como ferramentas de diversão e lazer. Em 2025, foi sancionada a lei federal 15.100/25 que determinou a proibição dos aparelhos celulares em todos os espaços escolares, da Educação Infantil ao Ensino Médio. Essa lei permite que os estudantes utilizem esses aparelhos em atividades pedagógicas, quando permitido pelos professores, fazendo com que os alunos utilizem essa tecnologia como uma ferramenta de aprendizagem, possibilitando a autonomia e o papel ativo dos alunos e conectando a sala de aula com os contextos externos dos alunos, permitindo que os discentes consigam interagir com autonomia com essas tecnologias, tornando-as objetos de conhecimento.

Ainda, o uso das TDICs, como o celular e seus aplicativos, pode favorecer que os alunos se interessem mais pelas aulas de matemática, sendo possível aliar a aprendizagem a ferramentas de diversão e lazer.

3. Ensino de Matemática

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017, p.276) afirma que "a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações", de modo que, esses significados são resultados das conexões dos alunos com os objetos e outros elementos, como seu contexto. Ainda, o documento sugere que a utilização de recursos didáticos como jogos - digitais ou não - são relevantes para a aprendizagem, sobretudo na matemática, principalmente quando integrados a situações que levem à análise e reflexão.

Além disso, a utilização de jogos no contexto de aprendizagem possibilita que os alunos desenvolvam suas habilidades em tomada de decisões e reconhecimento de problemas, de modo que, a criatividade na elaboração de estratégias é favorecida, auxiliando no planejamento das ações durante a exploração dos jogos.

Nesta mesma direção, as metodologias ativas propõem os alunos como protagonistas na construção de seus conhecimentos. Moran (2018) entende que cada vez mais, a aprendizagem por meio de questionamento e experimentação é mais relevante para uma compreensão ampla e profunda, mesmo considerando a importância de momentos de transmissão de informação. Para o autor, modelos híbridos, que buscam o equilíbrio entre experimentação e dedução são promissores no contexto tecnológico atual. Contudo, a ênfase na palavra ativa precisa estar sempre associada à aprendizagem reflexiva, para tornar visíveis os processos e os conhecimentos que estamos aprendendo em cada atividade.

Nesse contexto, o professor torna-se mediador e orientador do processo de aprendizagem, descobrindo e acompanhando as ideias dos alunos e fornecendo as informações necessárias para o desenvolvimento de suas aprendizagens. Questionar e confrontar os pensamentos dos alunos com questionamentos que desencadeiem a compreensão e novas reflexões é fundamental em situações ancoradas em metodologias ativas (Moran, 2018). Assim, o professor deve orientar os alunos a realizarem alterações quando necessário, promovendo debates sobre os resultados encontrados e valorizando as melhores soluções para os problemas propostos.

As metodologias ativas também possibilitam que a aprendizagem dos alunos seja feita com significados, ou seja, a partir da compreensão do sentido de cada conceito e do entendimento da utilidade do que foi aprendido por meio de suas experiências a fim de conectá-lo ao mundo real. Desse modo, os alunos conseguem maior compreensão dos conceitos estudados e, quando necessário em seus cotidianos, poderão aplicá-los com autonomia.

Para que a aprendizagem dos alunos ocorra da melhor maneira a partir de metodologias ativas e utilização de jogos, é importante conhecer os alunos e seus contextos e condições, de modo que a atividade proposta seja planejada a partir dessas informações.

4. Jogos na Educação Matemática

A Geração Alpha nasceu na era das tecnologias digitais e dos dispositivos móveis. Essas crianças utilizam essas ferramentas principalmente para diversão, por exemplo acessando vídeos e jogos, e para comunicação. Assim, a indústria de jogos se expande com os novos consumidores e procura desenvolver tecnologias que atraem essas crianças. Desse modo, surgem novos aplicativos e jogos, das mais variadas categorias e com objetivos distintos, sendo alguns deles voltados à aprendizagem dos alunos - como os utilizados na presente pesquisa.

A utilização dos jogos e das tecnologias digitais permite trazer para dentro da sala de aula experiências e vivências dos alunos que podem gerar aprendizagens, de modo que, "ela (as ferramentas tecnológicas) aproxima a escola do universo do estudante, principalmente para aqueles que apresentam dificuldades em alguns conteúdos matemáticos." (Viana, Correa e Martins, 2021, p. 71).

Assim, a partir da utilização de jogos, os alunos podem construir seu próprio conhecimento. A exploração de aplicativos, feita com autonomia pelos estudantes, permite que eles tomem suas próprias decisões e pensem em estratégias para realizar os objetivos de cada jogo. Ainda, os alunos, ao debaterem com outras pessoas sobre suas estratégias, desenvolvem suas habilidades em argumentação e podem descobrir novas ideias que não tinham pensado.

A Gamificação, metodologia ativa definida como "a utilização de elementos de jogos fora do contexto de jogos" (Toda, Silva e Isotani, 2017), também auxilia o processo de aprendizagem e pode proporcionar maior interesse dos alunos. Na gamificação, os elementos de jogos - como regras, recompensas, competições e pontos - são associados às práticas pedagógicas, "tornando-as mais lúdicas, aumentando o desempenho, a motivação intrínseca que propiciam o engajamento na aprendizagem." (Maciel e D'Arienzo, 2020). A gamificação pode ser utilizada em sala de aula estando também presente nos ambientes virtuais de aprendizagem. Porém, para que a utilização da gamificação traga bons resultados, é necessário que as atividades sejam bem planejadas, de modo que, se conheça o contexto dos alunos e dos ambientes educacionais na qual ela será proposta. Ao fazer isso, é possível planejar e adaptar as tarefas conforme as habilidades e necessidades dos alunos.

Conforme Viana, Correia e Martins (2021, p. 71), a utilização de jogos, ou de seus elementos, "pode estimular o aprendizado e amenizar as dificuldades encontradas pela maioria dos estudantes durante o ensino da Matemática." Isso ocorre, pois, essas tecnologias digitais aproximam a escola do universo dos estudantes, de modo que "a aprendizagem matemática baseada em jogos digitais permite um maior envolvimento e engajamento dos alunos, pois eles são "atraentes", não porque sejam "divertidos", mas porque existe um valor nos problemas que eles precisam resolver como jogadores." (Eck, 2015, p. 155 apud Viana, Correia e Martins, 2021).

Apresentamos na seção a seguir os procedimentos metodológicos da pesquisa.

5. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo trata-se de uma pesquisa qualitativa com finalidade de investigar como os jogos digitais podem revelar a elaboração de estratégias de cálculos das operações básicas de estudantes de 5° ano do Ensino Fundamental. Para isso, foi desenvolvido um experimento prático com quatro estudantes, para acompanhar, observar e analisar os processos de pensamento e de aprendizagem destes estudantes durante a exploração dos aplicativos para celular Toon Math e Math Class. Destaca-se que nove aplicativos que abordam as operações matemáticas básicas foram analisados no processo de seleção dos mesmos. A descrição e análise dos aplicativos pode ser consultada na íntegra em Kerkhoff (2021).

Devido à pandemia de Covid-19, a investigação ocorreu de modo remoto em quatro encontros síncronos e virtuais por meio de chamadas de vídeo no Google Meet - plataforma já conhecida pelos participantes da pesquisa por conta das aulas remotas realizadas durante esse período. Além disso, o Google Meet conta com uma função que espelha a tela do celular do aluno para os demais participantes da videochamada, o que possibilitou que a pesquisadora pudesse visualizar e acompanhar todas as ações realizadas pelo participante, que compartilhou sua tela do celular durante a exploração dos aplicativos digitais. Foram convidados para participar do experimento todos os estudantes de uma turma de 5° ano de uma escola estadual de Venâncio Aires, interior do Rio Grande do Sul, Brasil. Os encontros foram individuais com duração de 1 hora cada. Participaram da pesquisa apenas os estudantes cujos responsáveis concordaram com sua participação mediante Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tomando os devidos cuidados éticos.

Conforme afirmado anteriormente, os aplicativos digitais foram escolhidos após uma análise de diversos aplicativos, observando suas potencialidades para a investigação proposta. A partir disso, Toon Math e Math Class foram selecionados para esta pesquisa. Os aplicativos foram produzidos por uma mesma empresa e possuem personagens e design em comum, o que favoreceu a exploração de ambos. Além disso, os dois aplicativos possuem a mesma finalidade: explorar as operações básicas, porém, com abordagens diferentes. Descrevemos a seguir brevemente cada um dos aplicativos selecionados.

5.1. Math Class

O aplicativo Math Class permite que o jogador pratique adição, subtração, multiplicação e divisão por meio das lições propostas - nome dado às fases do jogo. Cada lição possui apenas contas sobre uma das operações básicas, porém é possível escolher qual fase o jogador quer praticar.

Para responder as operações propostas pelo jogo, é necessário desenhar o número do resultado na tela do celular no espaço determinado pelo aplicativo (Figura 1). Na fase de análise do aplicativo, notou-se que o jogo raramente interpreta incorretamente a escrita dos números.



Figura 1. Espaço para escrever a resposta. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Caso a resposta da operação esteja incorreta, o aplicativo permite que o jogador tente novamente ou passe para a próxima operação. O jogo indica se a resposta está correta ou não a partir de cores: verde se estiver certo e vermelho para os resultados incorretos (Figura 2).

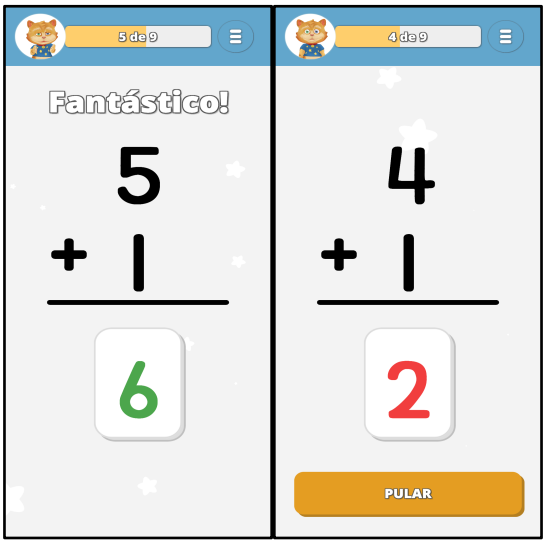


Figura 2. Resultados sinalizados pelo aplicativo como correto e incorreto. **Fonte:** Dados da pesquisa.

O Math Class foi escolhido para uso na pesquisa por apresentar diversidade em fases e dificuldades. Além disso, o aplicativo permite que o jogador compreenda seus erros a partir de suas respostas incorretas - sinalizadas pelo jogo durante cada lição. Ressaltamos que o aplicativo está disponível apenas para celulares e tablets com sistema Android, o que pode caracterizar uma limitação do mesmo.

5.2. Toon Math

O objetivo do Toon Math é conseguir uma pontuação mais alta durante uma corrida que se desenvolve em uma pista repleta de obstáculos, na qual o usuário não pode colidir com eles. Durante o percurso da corrida, o personagem corredor pode adquirir moedas, que podem ser utilizadas para melhorar os poderes do jogo ou comprar novos personagens.

Para conquistar maior pontuação, o jogador pode ganhar poderes temporários, como ficar invencível, adquirir todas as moedas ou vida extra, por exemplo. Para conseguir esses poderes, é necessário responder corretamente um cálculo de uma das operações básicas (Figura 3). Nas configurações do jogo é possível escolher quais operações irão aparecer durante a corrida (adição, subtração, multiplicação e divisão) e qual seu nível de dificuldade (muito fácil, fácil, normal, difícil e muito difícil).



Figura 3. Operação proposta durante corrida. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Por permitir a prática das operações matemáticas aliada à diversão dos alunos, o jogo foi escolhido para a investigação. O aplicativo está disponível para celulares e tablets com sistema Android e IOS.

5.3. Planejamento do Experimento Prático

Os quatro encontros da pesquisa foram organizados da seguinte forma: o jogo Toon Math foi utilizado no primeiro e no último encontro, enquanto o Math Class foi utilizado nos outros dois encontros. Durante a exploração do aplicativo Math Class, os alunos foram convidados a explicar seus pensamentos e organizar suas ideias para compreender as estratégias utilizadas na resolução das operações propostas pelo jogo. Neste processo, os alunos foram provocados a elaborar novas hipóteses e pensar em maneiras distintas de resolver uma mesma operação. Já com o jogo Toon Math, esperava-se acompanhar e analisar possíveis avanços nas percepções dos alunos sobre as operações básicas entre o primeiro e o último encontro, após a exploração do aplicativo Math Class.

As interações da pesquisadora ao longo dos encontros foram inspiradas no Método Clínico de Piaget (Mattos, 2017), de forma que a pesquisa foi conduzida a partir da observação e da análise das interações, das ações e das dúvidas de cada aluno participante. Conforme Delval (2002, p. 53), o Método Clínico, em linhas gerais, "consiste na intervenção constante do experimentador em resposta à atuação do sujeito". A partir das intervenções, espera-se que o estudante exponha suas ideias em relação às suas ações e, nesse processo, o aluno precisará organizar seus pensamentos para explicar suas ideias, com o objetivo de "esclarecer qual é o sentido do que ele está fazendo" (Delval, 2002, p. 68). Desta forma, é necessário que o professor tenha papel de pesquisador, a fim de desvendar e entender as ações do aluno e, a partir delas, realizar intervenções para descobrir como e o que ele pensa. Dessa forma, espera-se compreender as estratégias de cálculo durante a exploração dos jogos digitais.

Para que esse processo ocorra da melhor forma, podem ser realizadas perguntas de três tipos (Delval, 2002): de justificação, de controle e de exploração, sendo elas, respectivamente, conhecer os motivos que fazem o aluno ter suas certezas e hipóteses; fazer com que o aluno questione suas certezas a partir da contra-argumentação; para entender os pensamentos do aluno. Com isso, espera-se que o estudante consiga organizar suas ideias e, neste processo, tornar explícitos seus pensamentos.

A coleta de dados foi feita a partir da gravação dos encontros e da construção de um diário de campo com anotações da pesquisadora sobre as interações com cada um dos alunos. No primeiro encontro, foram realizadas algumas perguntas de apresentação a fim de conhecer mais os alunos participantes e fazê-los se sentirem mais confortáveis e acolhidos durante a prática, para evitar desconforto em apresentar dúvidas e responder as perguntas realizadas. Após este momento inicial, iniciou-se a exploração do jogo Toon Math. Os alunos foram orientados conforme surgia necessidade e tiveram autonomia para descobrir os recursos do jogo e iniciar as fases. A partir de cada operação proposta pelo jogo, foram realizadas intervenções a fim de compreender o processo de resolução de cada uma delas.

Para o segundo e terceiro encontros, com o aplicativo Math Class, foram elaboradas perguntas prévias, que serviram como base para conduzir as intervenções. Essas perguntas foram elaboradas a partir de uma exploração cuidadosa do aplicativo, identificando as operações que eram propostas e, a partir delas, pensando em perguntas que poderiam ser feitas aos alunos para revelar seus pensamentos. Foram perguntas norteadoras, e não necessariamente todas foram utilizadas, visto que as intervenções foram realizadas a partir das ações dos estudantes.

No segundo encontro foram propostas as lições - nome dado às fases do aplicativo - de adição e subtração, enquanto multiplicação e divisão ficaram para o encontro seguinte.

No último encontro, novamente com o aplicativo Toon Math, foi realizada a mesma dinâmica do primeiro encontro, porém com a finalidade de perceber possíveis mudanças nos pensamentos dos alunos. Após a exploração do jogo, foi realizado um questionário com os alunos a fim de compreender suas percepções sobre a prática e os aplicativos digitais utilizados.

6. Análise do Experimento prático

A investigação foi realizada com quatro alunos, denominados Aluno A, Aluno B, Aluno C e Aluno D a partir da ordem em que ocorreram os primeiros encontros com cada aluno.

A seguir, são apresentados episódios que foram característicos de comportamentos ou de situações que ocorreram durante os encontros com os alunos participantes.

6.1. A tabuada como estratégia para cálculos mentais

A partir das interações pesquisadora-aluno, foi possível compreender as percepções dos estudantes sobre a tabuada e como a utilizam para resolver algumas das operações propostas pelos aplicativos.

No primeiro encontro, utilizando o aplicativo Toon Math, para resolver a subtração 21-7, a Aluna A justificou seus cálculos a partir da tabuada do sete e da soma 7+7. Ela foi questionada sobre qual a relação entre a tabuada do sete e a adição 7+7 com a operação de subtração que ela precisava resolver. O extrato a seguir traz parte deste diálogo.

A: *Porque eu tenho que pensar: sete mais sete é catorze. Daí eu faço catorze mais catorze. Não, mas daí não dá vinte e um, né.*

P: *Não dá vinte e um. Na hora tu respondeu, tu ainda falou sobre a tabuada do sete. [...] Tu me disse que tu sabia porque sete mais sete era catorze e que tinha relação com a tabuada do sete. [...] Então, o que que tu pensou?*

A: *Eu acho que tem mesmo relação com a tabuada do sete, porque eu acho que três vezes sete é vinte e um, né. Dai eu faço três vezes o sete, vinte e um. Dai vinte e um menos sete é sete. Não, é catorze, quer dizer. [...] Foi isso que eu pensei. Se sete vezes o três é vinte e um, então vinte e um menos sete é catorze.*

O extrato de diálogo acima é revelador da estratégia de A para resolver a subtração proposta apoiada na sua compreensão sobre a tabuada do sete. As intervenções foram importantes para que A retomasse seus cálculos para tomar consciência das estratégias elaboradas por ela própria para resolver a operação.

Na operação seguinte, A precisava descobrir um número que multiplicado com 7 resultava 35. Novamente ela recorreu à tabuada do sete. Porém, como já sabia que 7x3=21 (por conta da operação anterior), ela iniciou a contagem a partir disso, como revela o excerto a seguir.

A: (um número) *vezes sete é igual a trinta e cinco. Se sete vezes três é vinte e um, vinte e um, vinte e dois, vinte e três, vinte e quatro, vinte e cinco, vinte e seis, vinte e sete, vinte e oito,* (pausa na fala) *vinte e nove, trinta, trinta e um, trinta e dois, trinta e três, trinta e quatro, trinta e cinco. É cinco!*

Assim como a Aluna A, os demais participantes também conseguiram explicar as relações entre as operações e o uso da tabuada.

A Aluna C, por exemplo, enquanto comentava sobre sua dificuldade com as tabuadas do 4, do 6 e do 7, afirmou ter facilidade com a tabuada do 5: "*a tabuada do cinco é como um relógio, vai pegando mais cinco*". Um relógio de ponteiro funciona da seguinte forma: o número 1, indica 5 minutos; o 2, aponta 10 minutos; o 3, marca 15 minutos, e assim sucessivamente, até completar 60 minutos, representado pelo número 12. Observando o padrão, cada número marcado no relógio, se multiplicado por 5, resulta no número de minutos que ele representa. Dessa forma, a Aluna C consegue lembrar a tabuada do cinco a partir do ponteiro do minuto do relógio - objeto fora do contexto matemático escolar, mas que dá suporte ao seu pensamento.

Ao ser questionada se existe uma soma de duas parcelas iguais que resulta 22, a Aluna D respondeu:

D: *Eu acho que tem na lei do oito, se eu não me engano. Na do sete tem o vinte e um" e completou "a lei do um vai até o dez. A lei do dois vai até o vinte. A lei do três vai até o trinta, mas não tem nenhum número vinte e dois, só tem vinte e um que é do sete vezes três. Daí tem a lei do quatro que todas elas ultrapassa um pouco. Daí a lei do cinco não dá porque eles contam de cinco em cinco. A lei do seis também não dá, pelas minhas contas. A lei do sete tem o vinte e um, daí não pode dar vinte e dois. A lei do oito pode dar vinte e dois e a lei do nove também.*

Com esta fala de D, nota-se que ela entende que as tabuadas possuem fim, ou seja, que os números possuem finitos múltiplos e que, por isso, o 22 não é múltiplo de 2, por exemplo.

Além dessa percepção, D afirmou que nas multiplicações sempre devemos observar a segunda parcela da multiplicação pois é ela que determina a tabuada que devemos usar. A partir disso, a aluna comentou que 9x2 e 2x9, apesar de possuírem o mesmo resultado, não são iguais, pois em uma delas é a lei do dois e na outra a lei do nove.

Analisando essas duas percepções da aluna D, de fato, não seria possível resolver 11x1 visto que, conforme a própria aluna, deveríamos pensar na lei do 1 e ainda que o 11 não está na tabuada do 1. Ao ser questionada sobre isso, D apenas afirmou que nesse caso deveríamos utilizar a tabuada do 11 - contrariando sua segunda hipótese.

6.2. Ganhar tempo

Durante a exploração do jogo Toon Math, os alunos tinham pouco tempo para resolver as operações propostas pelo aplicativo. A contagem com os dedos não é a estratégia mais eficiente durante as corridas do aplicativo, pois os alunos utilizam seus dedos para movimentar o personagem e não conseguem contar com agilidade. Então, para não perder os poderes oferecidos no jogo, os estudantes elaboraram outras estratégias para resolver as operações de forma rápida e correta. Identificamos dois tipos de estratégias para "ganhar tempo": manipular funções do jogo ou agilizar a solução das operações propostas.

O Aluno B criou estratégias do primeiro tipo, tentando manipular as funções do jogo. Ele notou que o jogo possui um botão "pause" e utilizou este recurso para ganhar tempo. Além disso, após realizar as operações, B conferia seu resultado na calculadora do celular, para garantir suas conquistas. Somente após isso ele retornava à corrida para escolher a resposta certa. Ainda, B percebeu um suposto padrão na disposição da resposta correta:

B: *Parece que todos os resultados vêm no meio, né?*

P: *Será que é sempre?*

B: *Não sei, só que até agora a maioria veio no meio.*

Portanto, o Aluno B explorou o aplicativo a fim de compreender suas funcionalidades e para identificar uma possível organização e programação do jogo. Porém, conforme prosseguiu a corrida, concluiu que esse padrão não existia.

A Aluna D elaborou a estratégia de realizar apenas a operação necessária para descobrir o algarismo da unidade da resposta, visto que todas as alternativas possuíam unidades diferentes. Por exemplo, para resolver a operação 13+37, D analisou as possíveis respostas (54, 52 e 50) e imediatamente soube que o resultado da adição é 50 pois, a soma das unidades resulta 10 e, portanto, 54 e 52 não poderiam ser respostas para a operação proposta.

A Aluna A também utilizou essa estratégia ao fim do primeiro encontro. Porém, A reconheceu o método apenas após intervenções da pesquisadora sobre a operação 13+28:

A: *Eu ia começar* [a conta] *pela unidade*.

P: *Então tá. Então a unidade, três mais oito. E quanto dá isso?*

A: *Dá dez, não, dá onze*.

P: *Dá onze. Então, no resul…, na unidade da resposta final tu teria um, certo?*

A: *Certo*.

P: *Ai tu tinha três opções: trinta e nove, quarenta e um e quarenta e três. Tu sabe me dizer agora qual a resposta certa? Sem terminar a conta?*

A: *Eu acho que eu cuidava lá no último número né*.

P: *Qual último número?*

A: *O último, o número da unidade ali, que eu fiz a conta*.

Com isso, A percebeu que, de todas as opções de resposta (39, 41 e 43), apenas uma poderia ser a correta - mesmo sem finalizar todo o cálculo. Nas corridas seguintes, a Aluna A conseguiu responder corretamente várias operações utilizando essa estratégia. Além disso, A também percebeu que na subtração ela poderia observar apenas a unidade para encontrar a alternativa correta da operação proposta pelo jogo.

Além dessa estratégia, a Aluna D também respondeu algumas operações a partir das operações anteriores. Após D descobrir que 41-7=34, o jogo Toon Math propôs a operação 42-7 durante a corrida. Sabendo que 42 tem uma unidade a mais que 41 e o valor subtraído é igual, D sabia que o resultado dessa operação é uma unidade a mais que o da operação anterior e, portanto, 42-7=35.

Vale ressaltar que essa estratégia é suficiente para responder as operações propostas pelo jogo Toon Math, pois elas possuem alternativas que permitem esse método de calcular. Porém, para responder as operações do aplicativo Math Class essa estratégia não é suficiente.

A partir da exploração ativa e com autonomia dos jogos (Moran, 2018), os estudantes conseguiram elaborar estratégias de ganhar tempo. Junto a isso, as intervenções confrontaram as hipóteses dos alunos que precisaram buscar por novas explicações sobre suas estratégias, facilitando o uso e a compreensão delas.

Destacamos também que as estratégias de cálculo utilizadas pelos alunos permitem o desenvolvimento de estratégias na agilidade de cálculos mentais, que não fazem uso dos algoritmos e permitem o desenvolvimento de novas formas de pensar nas operações básicas.

6.3. Subtraindo de dez

Durante o segundo encontro, na exploração do aplicativo Math Class, os quatro alunos participantes precisaram subtrair unidades do número dez. Nesse processo, todos os estudantes fizeram a ação de "pegar emprestado" da dezena, porém sem perceber que, com isso, a operação continuou a mesma e que essa ação não os auxiliou na resolução da conta. A Figura 4 ilustra esta situação vivenciada pela Aluna A..

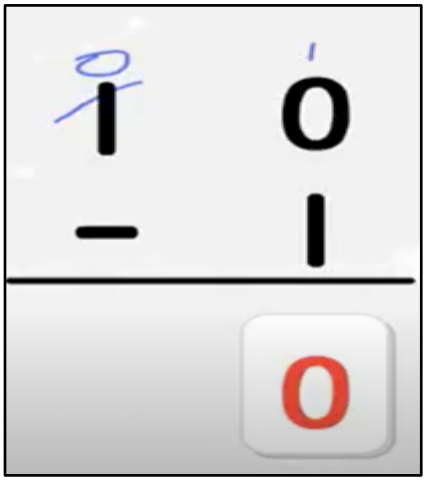


Figura 4. Resolução da operação 10-1 da Aluna A**. Fonte**: Dados da pesquisa

A partir das subtrações seguintes e das intervenções realizadas, foi possível compreender seus pensamentos em relação ao "pegar emprestado". Os alunos explicaram que é necessário fazer essa ação quando o número "de cima" é menor que o "de baixo" e que, por exemplo, na subtração 15-3, como o 5 é maior que o 3 não há necessidade de "pegar emprestado" da dezena.

Após identificar que os alunos compreendem quando é necessário realizar essa ação, foram realizadas intervenções para analisar se os alunos compreendem o motivo dessa necessidade.

A partir da subtração 31-19, ocorreu a seguinte interação com a Aluna A:

P: *Mas o que tu pega emprestado?*

A: *Um.*

P: *Mas se tu pega um, tu vai ficar com dois, não?*

A: *Sim.*

P: *E aí tem como tirar nove de dois?*

A: *Não.*

P: *Então o que exatamente tu pega emprestado? O que é esse um? Tu me falou que tu pega um emprestado. É uma unidade que tu pega emprestado ou é outra coisa? Uma unidade a gente viu que não é porque se for vai dar dois. Será que é uma dezena que tu pega emprestado?*

A: *Sim.*

P: *E ai o que que acontece? Tu pegou uma dezena e emprestou pra quem?*

A: *Emprestei pra unidade.*

P: *E ai tu ficou com quanto?*

A: *Com dois.*

P: *Uma dezena e uma unidade é dois?*

A: *Não, dois eu fiquei na dezena e um na unidade.*

P: *E o que que é aquele outro um que tu tem em cima da unidade?*

A: *É onze.*

O extrato de diálogo provocou A a refletir sobre o "pegar emprestado". A partir das intervenções, A toma consciência sobre o valor posicional dos algarismos e o papel do "pegar emprestado" no algoritmo da subtração. Intervenções como estas permitem aos estudantes ir além da memorização e aplicação de algoritmos, compreendendo a razão de suas regras.

Com os demais alunos participantes não foi possível evidenciar se eles compreenderam o motivo do "pegar emprestado", porém percebeu-se que sempre que necessário eles recorriam a essa ação.

6.4. O algoritmo

Identificamos, a partir das tentativas de explicações sobre suas estratégias, que os alunos utilizavam os dedos para contagem e recorriam aos algoritmos para resolver as operações propostas pelos aplicativos. Com isso, mesmo realizando as operações "de cabeça" no jogo Toon Math, eles apoiavam suas operações mentais no algoritmo de cada operação - como se estivessem "armando" as contas com papel e caneta.

O Aluno B, por exemplo, ao ser questionado sobre como estava realizando as operações, comentou que faz "de cabeça".

P: *Mas tu só sabe, por exemplo, que oito mais oito é dezesseis? Ou tu faz algum cálculo, tu pensa em alguma coisa?*

B: *Eu faço tipo aquela conta de matemática. Oito mais oito eu faço na minha cabeça e já sei a resposta*.

P: *E a resposta dai tu sabe porque tu lembra?*

B: *É. É por que eu faço.*

Quando B fala sobre "aquela conta de matemática", revela-se a utilização mental do algoritmo. Ou seja, mesmo resolvendo a operação "de cabeça", ele organiza seus pensamentos conforme o algoritmo utilizado quando resolve as operações com papel e caneta.

Já a Aluna A descreveu a resolução da operação 34+27 da seguinte forma:

A: *eu fui fazendo na, começando pela unidade. Eu fiz sete mais quatro que dá onze. Daí imaginei o um de debaixo do quatro e do sete, o um lá em cima da casinha da dezena, e daí o trinta e quatro mais vinte e sete, daí eu somei qua.. ãn, três mais dois mais um dá seis. Sessenta e um.*

Com essa explicação de A, fica evidente como o algoritmo está presente na organização desta operação.

Além da adição, também pode-se perceber o uso do algoritmo nas outras operações. Segue a explicação da Aluna A sobre a resolução de 14÷2:

A: *É que daí ali embaixo da casinha tu vai botar de vezes, né. Daí eu botei, eu pensei na tabuada do dois. Daí eu botei ali se…, botei, eu pensei pra mim na minha cabeça debaixo da caixinha o sete, né. Daí o catorze ali e menos catorze ali e daí eu somei a conta e deu zero. Daí eu fui no sete.*

Ao se referir na "caixinha" e utilizar os termos "debaixo" e "ali" fica claro que a organização de A é pelo algoritmo e, consequentemente, sua explicação também.

B também recorreu ao algoritmo na divisão:

B: *Dezesseis dividido por quatro. Não vai dar para botar separado então junta. Bota três vezes vai dar doze e ai dezesseis menos doze, quatro.*

6.5. Fácil e difícil

Ao longo do experimento prático, foi possível identificar diferentes episódios em que as falas dos alunos revelavam um entendimento particular sobre o que seriam operações fáceis ou difíceis (ou mais fáceis e mais difíceis).

Para a Aluna A, as operações fáceis são aquelas que ela aprendeu durante o 1º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e que ela já conhece o resultado de antemão. Para B, "*a maioria das contas de mais quase todo mundo já aprendeu*" e, por conta disso, esses cálculos são fáceis de resolver. Para D as operações 1+1 e 2+1 são fáceis pois ela conta "na mente" e já sabe os resultados. Nas situações em que A recaiu nestes cálculos, verificamos que ela não utilizou os dedos para contagem (como ocorreu em outras operações) ou o algoritmo.

Por outro lado, nas operações que os alunos consideravam fáceis, foi difícil expor e explicar suas estratégias e seus pensamentos. Em alguns momentos eles afirmaram que "só sabiam", sem conseguir argumentar sobre os passos de resolução dessa operação - seja por meio do algoritmo ou não. Em relação a isso, B afirmou que "*eu só conseguiria te explicar se eu tivesse aprendendo, por que esses resultados já tão guardados na minha cabeça, que eu já fiz várias vezes ele*", indicando sua dificuldade de explicar a resolução de uma operação que ele já sabe o resultado.

Para a Aluna C, as operações em que ela não precisa do apoio dos dedos para a contagem são fáceis - como a adição de números com apenas um algarismo. Porém, quando as parcelas da soma possuem ao menos uma dezena, ela precisa de apoio dos dedos para contar e, por conta disso, essas operações se tornam mais difíceis. Por acreditar que as divisões possuem números maiores - com ao menos dois algarismos -, C afirma que essas operações são mais difíceis por não conseguir "*somar bem os números maiores*".

Possivelmente, por estar acostumada a resolver divisões de números com mais de um algarismo, a Aluna C não soube resolver a divisão 10 por 2 (proposta pelo Math Class) no algoritmo, nem explicar de outra forma sua resolução, apesar de saber o resultado: "*É que eu nunca fiz essa conta na divisão. Eu já fiz, só que eu nunca fiz essa conta. Eu nunca fiz dez dividido por dois, mas eu sei que dá cinco*". Como as intervenções feitas pela pesquisadora não foram suficientes para a aluna compreender o que deveria ser feito, foi sugerido que ela resolvesse outras divisões - que foram resolvidas via algoritmo sem qualquer dificuldade. Após isso, C retornou à divisão inicial e conseguiu completar o algoritmo apresentado pelo aplicativo e explicar cada passo da resolução.

Multiplicações por 1 e por 0 são consideradas fáceis para B pois "*o um quase não multiplica, ele só vai virar o dois. E o zero, como ele literalmente não multiplica, ele não é nada*". Além disso, ele afirmou que o zero não consegue se multiplicar pois é muito baixo. A partir dessa fala a pesquisadora questionou o

aluno como que 0x2 é 0 se o 0 não multiplica. Conforme B, "*o zero é tipo como uma barreira, que não vai deixar o dois passar. Ele só vai ficar ali. Só vai descer. Pois ele não consegue se multiplicar*".

Essa facilidade da multiplicação por 1 ou por 0 possivelmente ocorre devido a memorização de que um número multiplicado por 1 resulta no próprio número e que a multiplicação por 0 sempre é igual a 0.

6.6. Uso de dispositivos móveis

No início do primeiro encontro, investigamos como os alunos utilizavam seu dispositivo móvel antes e durante a pandemia de Covid-19.

Os quatro participantes comentaram que utilizavam o celular para estudar durante o período de pandemia. Contudo, as alunas A e D afirmaram que, com o retorno das aulas presenciais, seus dispositivos móveis deixaram de ser usados para estudo. Já os alunos B e C revelaram que ainda o utilizam como ferramenta de estudo, principalmente para acessar e realizar as atividades da escola.

Para os alunos A e B, o celular é utilizado para diversão e lazer - como jogar. Ainda, o Aluno B afirmou que seu dispositivo móvel voltará a ser utilizado apenas para entretenimento no momento em que as aulas voltassem a ser integralmente presenciais (as atividades escolares estavam ocorrendo de forma híbrida, ou seja, com atividades presenciais e também remotas).

Antes da pandemia, a Aluna D utilizava seu tablet para entender contas "de lei" que, segundo a participante, apresentava dificuldade. Conforme D, isso ocorria por meio de aplicativos e com ajuda de sua mãe.

A partir da análise dos relatos dos alunos, é possível estimar que, com o retorno das aulas presenciais, esses alunos deixarão de utilizar o celular como ferramenta de estudo e, principalmente, de aprendizagem. Os relatos indicam que os dispositivos móveis voltarão a ser considerados recursos apenas de entretenimento, apesar de sua potencialidade para a educação.

6.7. Jogando na escola

Ao final do último encontro, como etapa final da investigação, foi aplicado um questionário com os alunos para identificar suas percepções sobre a atividade proposta e sobre a utilização de jogos e dispositivos móveis nas aulas de matemática.

Os alunos B e D preferiram o jogo Toon Math pois conforme B "*tu consegue fazer mais contas nele e tu também treina um pouco do teu reflexo para correr pro outro lado*" e para D, o aplicativo compreendeu bem seus comandos - diferente do Math Class que teve alguns problemas com a interpretação de sua escrita. Já a Aluna C preferiu o Math Class, pois "[nele] *é possível fazer muitos tipos de..., tu consegue fazer do teu jeito. Lá dá pra somar, e no da corrida não*".

Durante a exploração do jogo Toon Math, os alunos fizeram comentários sobre a falta de tempo para resolver as operações propostas pelo aplicativo e, apesar das estratégias elaboradas por eles, os estudantes entenderam esse tema como uma característica negativa do jogo.

Os alunos comentaram que participar da prática auxiliou em suas aprendizagens de matemática. Conforme a Aluna C "*se tu vai treinando assim, tu consegue tipo, explicar pras pessoas como que tu vai fazer a conta. Tu explica, dai tu aprende*". As interações que ocorreram nos encontros com a Aluna C fizeram-na criar novas hipóteses a partir de suas explicações. Dessa forma, foi possível perceber esse

comentário de C acontecendo durante os encontros. Como afirma a BNCC (BRASIL, 2017), criar, explicar e testar hipóteses auxiliaram no desenvolvimento do raciocínio da estudante.

Em relação à utilização dos jogos em sala de aula, os alunos afirmaram que seus professores pouco utilizam-nos. Conforme a Aluna C, nem sempre é necessário utilizar os jogos, como mostra o extrato a seguir.

P: *Por que tu acha que as vezes pode ser necessário?*

C: *Por causa que tipo eu, eu consigo fazer as contas. Só que tem gente que não consegue. Eu tenho uns colegas que eu sempre ajudo porque eles não conseguem. Daí acho que seria bom pra tu contar, pra tu não errar o resultado.*

P: *E jogos como os aplicativos que a gente viu aqui, tu acha que seria legal ter eles em aula?*

C: *É, eu acho que sim. Porque, pra você conseguir treinar mais.*

P: *E pra aprender, sem ser treinar mais, tu acha que eles ajudariam também?*

C: *Sim, eles ajudariam você a aprender mais, só que num nível mais difícil, porque é aprender.*

Assim como a Aluna C, o Aluno B também comentou sobre a importância dos jogos para seus colegas com dificuldades, principalmente "*aquele joguinho sabe, que a gente fica calculando, o que não é de correr*" - referindo-se ao Math Class. Dessa forma, seus colegas poderiam treinar as operações e, com isso, aprender o que ainda não sabem ou compreender suas dúvidas. A Aluna D também afirmou que os jogos digitais poderiam auxiliar na aprendizagem matemática pois eles "*estimulam a forma de aprender matemática*".

Por fim, a Aluna D afirmou que não irá desinstalar os aplicativos do seu celular para poder continuar a exploração de ambos. Destacamos que, entre o primeiro e o último encontro, os alunos B e D seguiram utilizando o Toon Math fora do horário dos encontros e, possivelmente, continuaram após o término de nossa investigação.

7. Considerações finais

A partir dos dados obtidos e das análises realizadas nesta pesquisa, foi possível evidenciar que a exploração dos aplicativos e as intervenções realizadas pela pesquisadora permitiram a elaboração de diferentes estratégias de cálculo e auxiliaram os estudantes no avanço da compreensão das operações básicas. Os dados analisados permitiram observar que as estratégias de resolução e os pensamentos dos quatro alunos participantes se aproximam em diversos aspectos - como a utilização do algoritmo, o "pegar emprestado" na subtração e a definição de fácil e difícil - e que suas explicações se assemelham.

Verificamos que ambos os aplicativos foram importantes para o desenvolvimento da pesquisa e reconhecemos que, aliados às intervenções, tornaram-se objeto de aprendizagem (Viana, Correia e Martins, 2021). Com intervenções de justificação, controle e exploração, foi possível identificar as dificuldades e as estratégias dos alunos durante a exploração dos aplicativos, identificando suas hipóteses, dúvidas e certezas. Essa exploração foi essencial para realizar intervenções e, a partir delas, compreender os pensamentos e as hipóteses dos alunos. Com o jogo Toon Math os alunos precisaram se reorganizar para explicar seus pensamentos, visto que eles não possuíam qualquer recurso visual para explicar e rascunhar seus pensamentos. Já com o aplicativo Math Class, os estudantes puderam retomar o algoritmo

que já estavam acostumados, auxiliando-os na confirmação ou reestruturação de suas estratégias e hipóteses a partir da visualização de suas ideias.

Dessa forma, conclui-se que os aplicativos propostos nessa prática foram essenciais para a realização das intervenções, que permitiram que os alunos refletissem sobre seus pensamentos e que a pesquisadora pudesse acompanhar as ideias dos estudantes e, consequentemente, identificar e analisar as estratégias de cálculo utilizadas por eles durante a exploração dos jogos.

Contudo, destacamos que inserir na sala de aula a realidade dos alunos - nesse caso, os jogos digitais – é um desafio para os professores, assim como afirmam Maciel e D'Arienzo (2020). Assim, ressaltamos que os aplicativos propostos, se utilizados de forma isolada - sem o planejamento e as intervenções necessárias - podem tornar-se apenas ferramenta de reprodução de conteúdo e não objeto de aprendizagem.

8. Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 28 abr. 2021.

BACICH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

COLL, César e MONEREO, Carles. Educação e aprendizagem no século XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. IN: COLL, C.; MONEREO, C. (Orgs). Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

KERKHOFF, Luiza Lehmen. Construção do conhecimento matemático nos anos iniciais a partir de jogos e aplicativos digitais : um estudo com alunos do 5° ano. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/236518.

MACIEL, Caroline Busa; DARIENZO, Maria Augusta. O potencial das tecnologias digitais à educação do século XXI. 2020. Artigo de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade de Passo Fundo, [S. l.], 2020. Disponível em: http://repositorio.upf.br/handle/riupf/1938. Acesso em: 27 set. 2021.

MACIEL TODA, A.; PEDRO DA SILVA, A.; ISOTANI, S. Desafios para o Planejamento e Implantação da Gamificação no Contexto Educacional. RENOTE, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 2017. DOI: 10.22456/1679-1916.79263. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/79263. Acesso em: 17 jan. 2025.

MATTOS, Eduardo Britto Velho de. Projetos de aprendizagem na cultura digital: modelo de intervenção e aprendizagem de matemática. 2017. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MCCRINDLE, M.; WOLFINGER, E. 2009. The ABC of XYZ: Understanding the global generations. The ABC of XYZ. 237p.

VIANA, Suzana Nery. CORREIA, Fernando Luís de Sousa. MARTINS, Janice Maria de Lima. Jogos digitais e sua relação como o conhecimento matemático. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 01, Vol. 08, pp. 68-84. Janeiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/conhecimento-matematico, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/conhecimento-matematico

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21715

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM PARA O ESTUDO DE CÔNICAS: UMA EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

VIRTUAL LEARNING OBJECTS FOR THE CONICS STUDY: AN EXPERIENCE WITH HIGH SCHOOL STUDENTS

OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LAS CÓNICAS: UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA

Rosane Rossato Binotto*, **Vitor José Petry****
Sandy Maria Gaio ***

Binotto, R. R, Petry, V. J., Gaio, S. M. (2025). Objetos virtuais de aprendizagem para o estudo de cônicas: uma experiência com estudantes do Ensino Médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 179-198. https://doi.org/10.14483/23464712.21715

Resumo

Neste artigo, apresentam-se resultados de uma pesquisa realizada com estudantes do Ensino Médio Técnico em Informática, em que se aplicou e validou uma sequência didática com objetos virtuais de aprendizagem (OVA), construídos no GeoGebra. Elencou-se como objetivo deste trabalho investigar possíveis contribuições do uso de OVA para a aprendizagem significativa do conteúdo de cônicas. Trata-se de uma pesquisa-ação, com abordagem qualitativa, em que os dados produzidos foram submetidos a uma análise textual discursiva na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2020). Delimitou-se o *corpus* da pesquisa, considerando, para essa análise, apenas as atividades relativas ao estudo da elipse. A sequência didática foi disponibilizada aos estudantes na forma de um livro dinâmico no GeoGebra Tarefa. Os estudantes tiveram a oportunidade de manipular os objetos de aprendizagem e, simultaneamente, responder a questões que os auxiliaram na observação de padrões e propriedades, com o intuito de elaborar conjecturas, visando à construção do conhecimento. Foram identificados indícios de que a interação com os OVA facilitou a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos matemáticos estudados de forma a tornar o material apresentado potencialmente significativo para os envolvidos. Nessa experiência, foram observados indicativos de que a sequência didática contribuiu para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, possibilitou a elaboração de conjecturas, ampliou a visualização geométrica e algébrica desses em relação aos subsunçores pré-existentes. Conclui-se que há

Recibido: 20 de diciembre de 2023, aceptado: 12 de febrero de 2025

* Doutora em Matemática. Universidade Federal da Fronteira Sul. Brasil. rosane.binotto@uffs.edu.br - ORCID https://orcid.org/0000-0001-9420-9312

** Doutor em Matemática Aplicada. Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil. vitor.petry@uffs.edu.br - ORCID https://orcid.org/0000-0002-8838-8753.

*** Licenciada em Matemática. Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil. sandymariagaio@gmail.com - ORCID https://orcid.org/0000-0001-5845-1355

evidências de que o uso dos OVA contribuiu para a aprendizagem significativa de conceitos sobre os conteúdos abordados.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Educação Básica. OVA. GeoGebra. Elipses.

Abstract

In this article, we present the results of a study carried out with high school students studying computer science, in which we applied and validated a didactic sequence with virtual learning objects (OVA), built in the GeoGebra. The objective of this work was to possible contributions of using OVA for meaningful learning of conics content. This is an action research project with a qualitative approach in which the data produced was submitted to a discursive textual analysis from the perspective of Moraes and Galiazzi (2020). The research corpus was delimited, considering for this analysis only the activities related to the study of ellipsis. The didactic sequence was made available to students in the form of an online book in GeoGebra Lesson. The students had the opportunity to manipulate the learning objects and simultaneously answer questions that helped them to observe patterns and properties, in order to develop conjectures and build knowledge. Evidence was found that interaction with the OVA facilitated students understanding of the mathematical content studied in a way that made the material presented potentially significant for those involved. In this experience, there were indications that the didactic sequence contributed to the development of student autonomy, made it possible to develop and confirm conjectures, and broadened their geometric and algebraic visualization in relation to pre-existing subsumptions. In conclusion, there is evidence that the use of OVA to the meaningful learning of concepts about the content covered.

Keywords: Meaningful learning. Basic education. OVA. GeoGebra. Ellipses.

Resumen

En este artículo, presentamos los resultados de un proyecto de investigación realizada con alumnos de enseñanza media que estudian informática, en la que se aplicó una secuencia didáctica y se validó con objetos virtuales de aprendizaje (OVA), construidos en el GeoGebra. El objetivo de este trabajo fue investigar posibles contribuciones del uso de OVA al aprendizaje significativo de contenidos cónicos. Se trata de un proyecto de investigación-acción con enfoque cualitativo en el que los datos producidos fueron sometidos a un análisis textual discursivo desde la perspectiva de Moraes y Galiazzi (2020). Se delimitó el corpus de investigación, considerando para este análisis sólo las actividades relativas al estudio de la elipsis. La secuencia didáctica se puso a disposición de los alumnos en forma de libro digital en GeoGebra Classroom. Los alumnos tuvieron la oportunidad de manipular los objetos de aprendizaje y, simultáneamente, responder a preguntas que les ayudaron a observar patrones y propiedades, con el objetivo de desarrollar conjeturas y construir conocimiento. Hubo indicios de que la interacción con los OVA facilitó la comprensión por parte de los alumnos de los contenidos matemáticos estudiados, de forma que el material presentado resultó potencialmente significativo para los implicados. En esta experiencia, hubo indicios de que la secuencia didáctica contribuyó al desarrollo de la autonomía de los alumnos, posibilitó la elaboración y

confirmación de conjeturas, y amplió su visualización geométrica y algebraica con relación a los supuestos preexistentes. En conclusión, hay evidencias de que el uso de OVA contribuyó al aprendizaje significativo de conceptos sobre los contenidos abordados.

Palabras clave: Aprendizaje significativo. Educación Básica. OVA. GeoGebra. Elipses.

1. Introdução

As tecnologias digitais (TD) estão presentes no cotidiano das pessoas, influenciando seu ambiente de trabalho, estudo e relacionamento com os outros. Nessa perspectiva, Souza (2016, p. 25) afirma que "[...] nada mais natural que as tecnologias estejam também inseridas no ambiente escolar". A maioria dos atuais estudantes da Educação Básica são considerados nativos digitais. De acordo com Tezani (2017), são aqueles que nasceram após 1990 e têm as TD presentes no seu cotidiano.

Como esses estudantes possuem conhecimentos acerca de recursos tecnológicos, com acesso à Internet e têm facilidade de lidar com informações do mundo digital, considera-se pertinente utilizar esses recursos para fins didáticos. Contudo, é importante propor ações e atividades que possam contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, pesquisas têm sido realizadas a fim de investigar contribuições da integração das TD no contexto escolar, que propõem e experimentam alternativas metodológicas nas aulas (Audino & Nascimento, 2010; Kay & Knaack, 2007; Kleemann & Petry, 2020; Kenski, 2003; Maltempi, 2005; Binotto; Petry & Gaio, 2022, outros).

Com o propósito de contribuir com estudos sobre o uso de materiais didáticos digitais no processo de ensino e aprendizagem, desenvolveu-se uma pesquisa[1], que teve como equipe os autores deste artigo. Uma das atividades desenvolvidas foi a elaboração de objetos virtuais de aprendizagem (OVA) construídos no software GeoGebra, que abordou o conteúdo de cônicas com ênfase no Ensino Médio. Nesse contexto, considera-se um OVA um recurso didático digital que pode ser utilizado e reutilizado nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos (Audino & Nascimento, 2010).

Outra atividade oriunda dessa pesquisa foi a realização de uma análise de possibilidades e potencialidades acerca dos OVA elaborados, em relação aos conceitos, propriedades e aplicações. Essa análise se deu através de um exercício de imaginação pedagógica na perspectiva proposta por Skovsmose (2015), considerando as percepções dos autores e de professores que atuam no Ensino Médio. Os resultados desse exercício são encontrados em Binotto, Petry & Gaio (2022).

A pesquisa também contemplou a participação de estudantes da Educação Básica em um experimento de ensino, com a aplicação de uma sequência didática composta pelos OVA elaborados sobre cônicas. Alguns dos resultados apresentados neste artigo compõem parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da terceira autora. Assim, apresenta-se esse artigo, que tem como objetivo investigar possíveis contribuições do uso de objetos virtuais de aprendizagem para a aprendizagem significativa do conteúdo de cônicas.

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa em que se considerou uma pesquisa-ação. Os dados produzidos foram analisados por meio da análise textual discursiva na perspectiva de Moraes e

[1] Pesquisa aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Fronteira Sul, com os seguintes dados CAAE: 64092222.1.0000.5564; número do parecer de aprovação: 5.760.815 e data da aprovação: 17/11/2022.

Galiazzi (2020). Delimitou-se o *corpus* da pesquisa, considerando, para essa análise, apenas as atividades relativas ao estudo da elipse.

2. Marco Teórico

Como possibilidade de uso das TD no ambiente escolar para fins educacionais, encontram-se os softwares de geometria dinâmica. Esses softwares possibilitam "[...] utilizar, manipular, combinar, visualizar e construir virtualmente objetos geométricos, permitindo traçar novos caminhos de investigação" (Borba, Silva & Gadanidis, 2020, p. 31). Nesse aspecto, a construção de objetos geométricos e sua manipulação podem contribuir para novas abordagens dos conceitos de Matemática, em particular de geometria, que favoreçam a aprendizagem, caso dos OVA, que são abordados na seção que segue.

2.1 Objetos Virtuais de Aprendizagem

Conforme Kay e Knaack (2007), OVA são todas as ferramentas interativas, baseadas na *web*, que apoiam o aprendizado de conceitos específicos, incrementando, ampliando ou orientando o processo cognitivo dos aprendizes. Spinelli (n. d., p. 7) define um OVA como:

> recurso digital reutilizável que auxilie na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimule o desenvolvimento de capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade. [...] Dessa forma, pode compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades e integrando a metodologia adotada para determinado trabalho.

Nesse sentido, OVA podem ser considerados recursos didáticos digitais, tais como vídeos, podcasts, jogos, atividades elaboradas em softwares, como o GeoGebra e outros, que oferecem suporte para os processos de ensino e aprendizagem. Ao utilizar esses recursos no contexto escolar, as aulas podem tornar-se mais dinâmicas e interativas, ou seja, trata-se de "uma alternativa promissora na tentativa de despertar o interesse e a motivação dos estudantes, visando aproximá-los dos conteúdos a serem trabalhados e romper barreiras de aprendizagem" (Binotto; Petry & Gaio, 2022, p. 110).

Considera-se pertinente que a utilização dos OVA seja acompanhada de uma ação de reflexão que ofereça "[...] condições ao aluno de levantar, testar e exteriorizar suas conjecturas, dando suporte à estruturação do pensamento" (Costa & Prado, 2015, pp. 104-105). Entende-se essa ação de reflexão como um ponto de partida aos estudantes para investigar os conteúdos matemáticos a partir da interação com os OVA, acompanhada de perguntas do tipo: Por que isso acontece? É possível estabelecer algum padrão? Que argumentos pode-se utilizar para validar essa conjectura?

Essa ação de reflexão e o uso de TD estão previstos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como, por exemplo, a quinta competência específica de Matemática e suas Tecnologias para o Ensino Médio, que ressalta a importância de "investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais [...]" (Brasil, 2018, p. 532). A validação das conjecturas ou teste de hipóteses não se refere somente às demonstrações matemáticas, mas também às argumentações que consistem em "[...] um processo de construção e explicitação de ideias, que acontece por meio da análise de dados, evidências e variáveis para o estabelecimento de uma afirmação ou conclusão que podem estar associadas a justificativas e/ou refutações" (Almeida & Malheiro, 2018, p. 60).

Como esse trabalho foi desenvolvido na Educação Básica, a argumentação é uma estratégia adequada para os casos em que o nível de complexidade das demonstrações é elevado. Dessa forma, consideram-se a ação de reflexão e a argumentação como boas alternativas para conduzir as aulas em que se utilizam OVA.

2.2 GeoGebra

O GeoGebra é um software livre, que pode ser acessado no modo on-line[2] ou off-line. Segundo Borba, Silva e Gadanidis (2020, p. 22), caracteriza-se como um software de geometria dinâmica devido às possibilidades de "utilizar, manipular, combinar, visualizar e construir virtualmente objetos geométricos, permitindo traçar novos caminhos de investigação". Possui recursos e comandos que possibilitam estabelecer a interface entre as representações geométricas e algébricas, permitindo ao estudante visualizar a construção geométrica realizada concomitante com os elementos algébricos descritos e vice-versa. Outro benefício para a sua utilização nas aulas de Matemática é a possibilidade da manipulação dos objetos geométricos construídos.

A versão on-line do GeoGebra conta com recursos para a construção e publicação de atividades, que podem ser organizadas em formato de livro dinâmico, e disponibilizadas aos estudantes no GeoGebra Tarefa (ou *Classroom*), por meio de um link ou código que pode ser acessado para desenvolver as atividades propostas. Além disso, o professor pode acompanhar o progresso dos estudantes na realização dessas atividades e a solução apresentada. A sequência didática elaborada para o experimento em tela foi organizada no formato de um livro no GeoGebra e disponibilizada aos estudantes por meio do recurso tarefa.

2.3 Aprendizagem Significativa

Este trabalho fundamenta-se na teoria da aprendizagem significativa elaborada por David Paul Ausubel (1918-2008). De modo geral, para esse autor, é fundamental que os estudantes atribuam significado aos conceitos a serem aprendidos por meio da ancoragem com outros conceitos existentes na sua estrutura cognitiva. Segundo Ausubel (2003, p. 1), a aprendizagem por recepção significativa envolve,

> [...] a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos.

Esses conhecimentos que os estudantes possuem, os conhecimentos prévios, são denominados subsunçores. Para que ocorra a aprendizagem significativa, deverá ocorrer a interação do novo conhecimento com os subsunçores do aprendiz, de modo não literal e não arbitrária, o que "[...] permite dar significado [a esse] novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto" (Moreira, 2011, p. 14). Ainda, conforme Ausubel (2003), há duas condições primordiais para o processo de aquisição do conhecimento de maneira significativa: (i) o material a ser utilizado deve ser potencialmente significativo; e (ii) os alunos devem estar dispostos a aprender.

Moreira (2011) evidencia que a segunda condição não está condicionada ao aprendiz gostar da matéria ou estar motivado para aprendê-la e sim estar predisposto "[...] a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos" (p. 25).

Destaca-se, ainda, que, se a aprendizagem ocorre de modo significativo, o aprendiz nunca esquecerá totalmente os conceitos. O que pode ocorrer "é uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de

[2] Disponível em: https://www.geogebra.org/. Acesso em: 08 dez. 2023.

significados, não de perda de significados" (Moreira, 2011, p. 17). Assim, se o estudante aprendeu algo de modo significativo, após um tempo ele até pode pensar que não lembra mais; contudo, ele não teria dificuldades em resgatar o conceito aprendido.

Moreira (2011, p. 33) chama atenção para a diferença entre aprendizagem receptiva e por descoberta. A aprendizagem receptiva "é aquela que o aprendiz recebe o conhecimento [...], por exemplo, através de um livro, de uma aula, de uma experiência, [...]". Já na aprendizagem por descoberta espera-se "que o aprendiz descubra o que vai aprender", pela experimentação, investigação de um objeto.

Também, o fato de a aprendizagem ser receptiva não significa ser mecânica, pois a aprendizagem mecânica é "[...] aquela praticamente sem significado, puramente memorística [e] em linguagem coloquial é conhecida como decoreba" (Moreira, 2011, p. 32). Evidencia-se que a aprendizagem ser receptiva ou por descoberta por si só não promove a aprendizagem significativa, é necessário que se tenha os outros fatores destacados anteriormente. Para analisar se ocorreu a aprendizagem significativa, "[...] se deve avaliar a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras" (Moreira, 2011, p. 51).

Diante do exposto, neste trabalho buscou-se identificar indícios de que a sequência didática composta por OVA se constitui em um material potencialmente significativo ancorado com conhecimentos prévios de alguns tópicos da geometria analítica. Tópicos como pontos, retas, distância entre pontos, coordenadas cartesianas, que já haviam sido estudados anteriormente pelos participantes da pesquisa, de forma a contribuir para uma aprendizagem significativa.

3. Percurso Metodológico

Neste estudo, realizou-se uma pesquisa-ação com abordagem qualitativa, aplicando-se uma sequência didática para o ensino de cônicas em uma turma do Ensino Médio Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) de Chapecó. Insere-se na perspectiva de pesquisa qualitativa por ter como finalidade "[...] atingir aspectos do humano sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos e, portanto, sem ficar preso a quantificadores e aos cálculos decorrentes" (Bicudo, 2019, p. 113). Também se caracteriza como uma "tentativa de compreender e explicar de forma detalhada os significados e as características situacionais dos objetos estudados" (Proetti, 2018, p. 18).

A pesquisa-ação pode ser definida como "[...] uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se requer melhorar a compreensão da mesma", como, por exemplo, investigar alguma prática pedagógica com a finalidade de "fornecer a pesquisadores e participantes elementos ímpares para a compreensão de situações estudadas" (Rocha, 2012, p. 13). Para Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 112),

> [...] o pesquisador se introduz no ambiente a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo, para mudá-los em direções que permitam a melhoria das práticas e maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes. Ou seja, é uma modalidade de atuação e observação centrada na reflexão-ação.

Nesta pesquisa, a sequência didática foi aplicada por terceira autora do trabalho, sob orientação dos demais, com a sistematização dos conceitos matemáticos abordados e realização de avaliações relativas aos conteúdos estudados. Assim, os proponentes deste trabalho participaram da produção e coleta dos dados com intervenções na sala de aula.

A turma que participou dessa experiência era composta por 22 estudantes; contudo, formalizaram o Aceite do Termo de Consentimento 17, sendo esses os participantes considerados. Os demais participaram normalmente das atividades desenvolvidas em aula, inclusive da avaliação proposta. Com o intuito de não

os identificar os participantes da pesquisa, foram utilizados codinomes indicados pela letra E, seguidos de um número (de 1 a 17), escolhidos de forma aleatória.

Para a produção de dados, foram utilizados quatro instrumentos: diário de campo; questões sobre cônicas dispostas na sequência didática; lista de exercícios, considerada como atividade avaliativa; e um questionário sobre as percepções dos estudantes em relação ao experimento de ensino realizado.

Com vistas a identificar contribuições dos OVA no processo de aprendizagem dos estudantes participantes do estudo, realizou-se uma análise textual discursiva (ATD) dos dados produzidos. Essa análise "pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que os entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a unitarização, a categorização e o captar o emergente" (Moraes & Galiazzi, 2020, p. 34).

Na parte da unitarização, estudaram-se os materiais produzidos, destacando as informações que constituíram o material a ser utilizado na próxima etapa da pesquisa. A categorização teve como finalidade articular, agrupar as informações obtidas na primeira etapa de acordo com suas semelhanças e, assim, compreender os fenômenos da pesquisa. Na última etapa, que consistiu em captar o emergente, considerou-se a descrição dos resultados e as compressões do fenômeno investigado (Moraes & Galiazzi, 2020). Neste trabalho, as categorias foram elencadas *a posteriori*, ou seja, após a produção de dados, o que caracteriza categorias emergentes conforme sugerido por Moraes e Galiazzi (2020).

Todo o material produzido na pesquisa é denominado *corpus* e, na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2020), representa informações da pesquisa a partir do qual esta se concretiza. Ademais, "para a obtenção de resultados válidos e confiáveis requer uma seleção e delimitação rigorosa. Seguidamente não se trabalha com todo o *corpus*" (p. 38). Então, "seleciona-se um conjunto capaz de produzir resultados válidos e representativos em relação aos fenômenos investigados" (p. 39). Nessa perspectiva, optou-se por analisar apenas os dados produzidos em relação ao estudo da elipse, embora a sequência didática aplicada tenha compreendido o estudo das três cônicas (parábola, elipse e hipérbole).

4. Aplicação da Sequência Didática

No experimento de ensino que resultou na pesquisa em tela, foram ministradas oito aulas de uma hora cada, em quatro encontros, cujo cronograma e detalhamento está disposto no Quadro 1.

Quadro 1. Cronograma de Atividades.

Tempo de aula	**Etapas**	**Conteúdos abordados**
15 minutos	Introdução ao estudo das cônicas.	Definição das cônicas.
5 horas e 45 minutos	1. Manipulação dos OVA no GeoGebra. 2. Resolução das questões dispostas no GeoGebra Tarefa. 3. Sistematização dos conteúdos estudados.	Elipse, hipérbole e parábola.
2 horas	Correção da lista de exercícios e período para sanar dúvidas.	Elipse, hipérbole e parábola.

Fonte: Os autores.

Após cada aula, disponibilizou-se material de apoio aos estudantes (no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle) para complementar os estudos realizados em aula. Os estudantes também resolveram uma lista de exercícios com caráter avaliativo. Realizou-se a correção desses exercícios com a participação de todos os estudantes da turma, em que foram sanadas dúvidas. Por fim, os estudantes responderam a um questionário em relação às suas percepções ao participar da pesquisa.

4.1 Descrição das Atividades Desenvolvidas no Estudo da Elipse

Os estudantes acessaram a sequência didática, disponibilizada como tarefa no GeoGebra on-line, manipularam os OVA e responderam às questões propostas. Após, realizou-se a sistematização, na lousa, dos conteúdos abordados. Algumas dessas atividades são apresentadas a seguir, acompanhadas das descrições dos OVA e de respostas de estudantes.

4.1.1 Representação geométrica da elipse

O OVA 1, ilustrado na Figura 1, teve como finalidade o reconhecimento do lugar geométrico determinado por uma elipse. Ao animá-lo, o ponto P "percorre" esse lugar geométrico, visto que os comprimentos dos segmentos PF_1 e PF_2 se alteram; contudo, sua soma sempre resulta no comprimento do segmento A_1A_2.

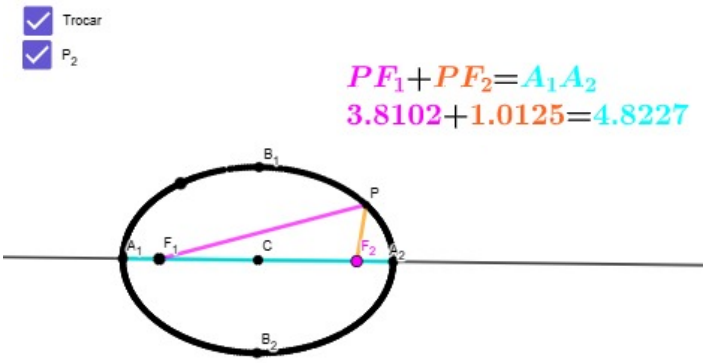


Figura 1. OVA 1.

Fonte: Os Autores.

Também se utilizou esse OVA para identificar os elementos da elipse: focos F_1 e F_2, centro C, eixo maior A_1A_2 e eixo menor B_1B_2.

4.1.2 Coordenadas cartesianas dos elementos da elipse

Os OVA 2 e OVA 3, mostrados na Figura 2, são análogos e foram elaborados com o propósito de estabelecer relações entre as coordenadas do centro, dos vértices da elipse (eixo horizontal ou vertical) e sua posição no plano. Ao manipulá-los, os estudantes podiam alterar o comprimento dos eixos (A_1A_2 e B_1B_2) e a posição da elipse. No OVA 2, o eixo maior da elipse está na vertical (paralelo ao eixo das ordenadas) e no OVA 3 o eixo maior está na horizontal (paralelo ao eixo das abscissas).

Após a interação com os OVA, os estudantes foram instigados a escrever o que haviam entendido sobre essas relações (Questão 1). Todavia, observou-se que apresentaram dificuldades na visualização dessas relações, visto que dos 17 estudantes apenas quatro elaboraram respostas corretas, três não responderam, um afirmou que os elementos da elipse são inversamente proporcionais e os demais apenas descreveram os OVA. As dificuldades observadas serão abordadas na ATD.

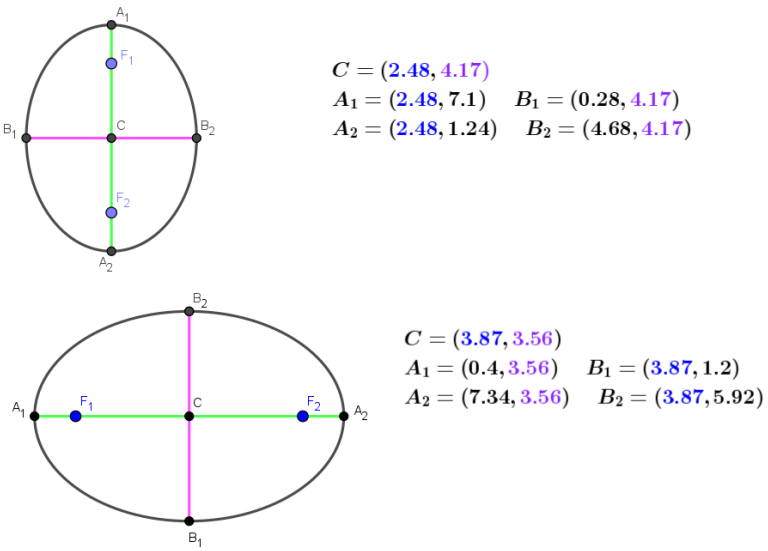


Figura 2. OVA 2 (parte superior) e OVA 3 (parte inferior).

Fonte: Os Autores.

4.1.3 Relação entre representação geométrica e equação de uma elipse

O OVA 4, ilustrado na Figura 3, teve como finalidade relacionar as formas geométrica e algébrica da elipse. Ao manipulá-lo, os estudantes foram orientados a alterar os valores dos parâmetros a, b, x_0 e y_0 e a analisar as mudanças ocorridas no gráfico e na equação. Vale lembrar que c representa a distância entre o centro e um dos focos ($c = CF_1 = CF_2$), b a distância entre o centro e o vértice B_1 ou B_2 ($b = CB_1 = CB_2$) e a, a distância entre o centro e o vértice A_1 ou A_2 ($a = A_1C = A_2C$).

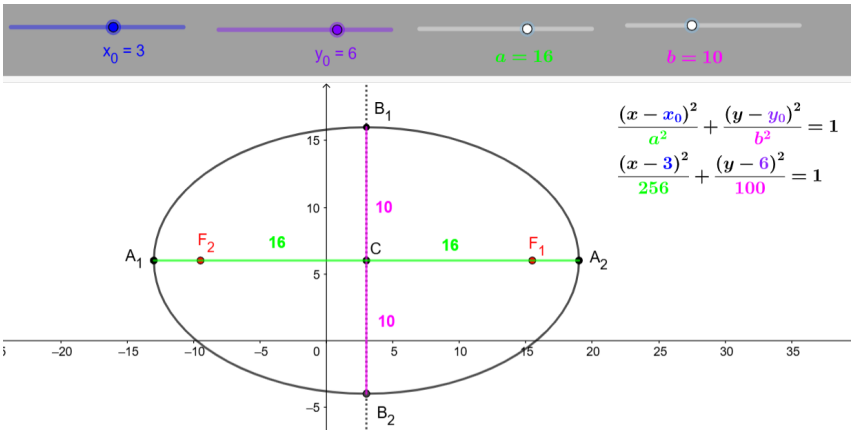


Figura 3. OVA 4.

Fonte: Os Autores.

Após a manipulação do OVA 4, os estudantes foram orientados a responder a três questões, enunciadas no Quadro 2. Dos 17 estudantes, apenas dois não responderam a essas questões, 13 apresentaram respostas coerentes com as representações observadas nas questões, enquanto quatro estudantes acertaram as respostas da Questão 2 e Questão 3, porém apresentaram dificuldades na Questão 4. Para exemplificar respostas avaliadas como coerentes, foram consideradas as argumentações apresentadas pelo E11, listadas no Quadro 2.

Quadro 2. Resposta dada pelo E11.

Questões	**Respostas dadas pelo E11**
Questão 2: *Qual é a mudança gráfica ao alterar o valor de* x_0*?*	*"Há uma alteração na posição da elipse em relação aos valores positivos ou negativos no eixo das abscissas".*
Questão 3: *Qual é a mudança gráfica ao alterar o valor de* y_0*?*	*"Há uma alteração na posição da elipse em relação aos valores positivos ou negativos no eixo das ordenadas".*
Questão 4: *Quanto à equação da elipse, o que se pode afirmar?*	*"O parâmetro horizontal divide o x e o parâmetro vertical divide o y".*

Fonte: Os autores.

Ressalta-se que, mesmo observadas algumas imprecisões no uso da linguagem formal da matemática, o estudante mostrou em suas respostas ter compreendido a interferência de cada parâmetro na representação gráfica da respectiva cônica. Em relação aos quatro estudantes que tiveram dificuldades na Questão 4, estes responderam-na com a definição geométrica de elipse $PF_1 + PF_2 = 2a$.

O OVA 5, mostrado na Figura 4, apresenta o desenho de uma elipse, seus elementos e a medida dos segmentos a, b e c. Com esse objeto, esperava-se que os estudantes identificassem que esses segmentos são lados de um triângulo retângulo, com um dos vértices em B_1 e, assim, pelo Teorema de Pitágoras, estabelecessem a relação $a^2 = b^2 + c^2$. Em relação à manipulação do OVA 5, os estudantes podiam alterar as posições dos focos F_1 e F_2 para testar a congruência dos segmentos CA_1 e F_1B_1.

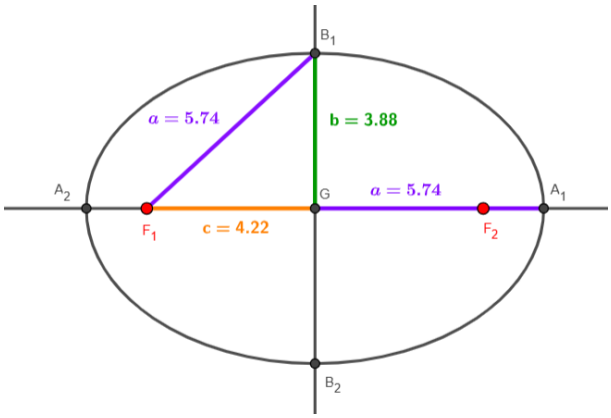


Figura 4. OVA 5.

Fonte: Os Autores.

Os estudantes também responderam à Questão 5 sobre a relação entre os elementos a, b e c da elipse. Apenas dois estudantes não a responderam e os demais conseguiram estabelecer a relação solicitada, como, por exemplo, o E13, que afirmou: "*o triângulo é um triângulo retângulo, portanto, a é hipotenusa e* $a^2 = b^2 + c^2$".

4.1.4 Propriedade refletora da elipse

O OVA 6, dado na Figura 5, simula um bilhar elíptico e tem como objetivo introduzir a propriedade refletora da elipse com uma atividade lúdica. Nessa atividade, os estudantes deveriam posicionar o taco de modo que, "ao empurrá-lo", a bola se movimentasse até encostar na borda da elipse para, depois, "cair" no buraco. Com isso, esperava-se que os estudantes percebessem não importar o posicionamento do taco para a bola sempre "cair" no buraco, o que pode ser explicado pela propriedade refletora da elipse, pois a bola encontrava-se em um dos focos da elipse e o buraco em outro foco.

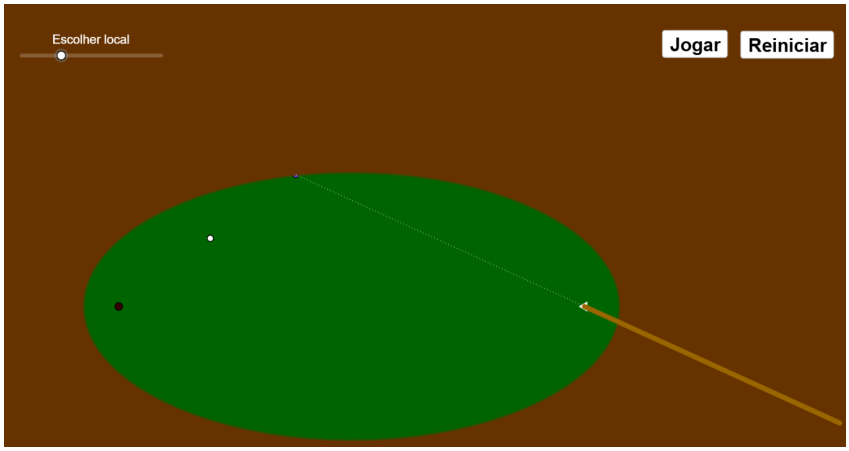


Figura 5. OVA 6.

Fonte: Os Autores.

Após manipular o objeto, os estudantes responderam à Questão 6: *É correto afirmar que, independente da maneira que você posicionar o taco de sinuca, você sempre vai acertar? Justifique sua resposta*. Dois estudantes não a responderam e 15 responderam que sim e justificaram de acordo com a sua percepção. Como exemplo, o E5 afirmou que "*os dois pontos, a bola e buraco são pontos focais e, como a mesa é uma elipse, os ângulos de incidência e reflexão são iguais*".

O OVA 7, dado na Figura 6, aprofunda a discussão iniciada no OVA 6, pois também permite a visualização da propriedade refletora da elipse. Contudo, é possível alterar seus elementos e, portanto, pode-se testar a veracidade da propriedade para diferentes elipses, além de ser possível escolher a quantidade de raios a serem emitidos de um dos focos. Ao acionar a animação, os raios são emitidos de F_2 em direção à elipse e chegando lá, são refletidos na direção de F_1.

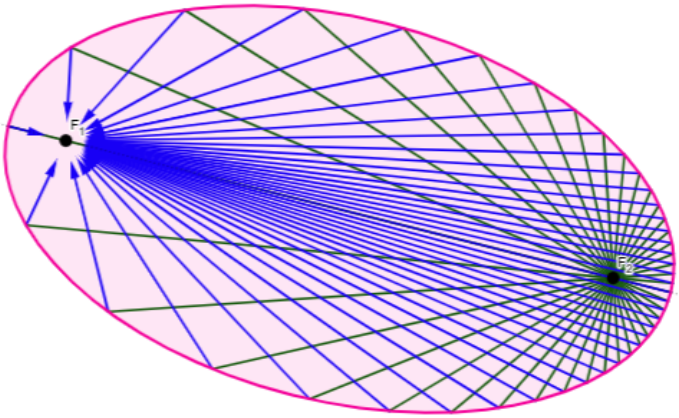


Figura 6. OVA 7.

Fonte: Os Autores.

O OVA 8, mostrado na Figura 7, teve como objetivo facilitar a compreensão da veracidade da propriedade refletora da elipse. Por P, traçou-se a reta tangente à cônica e marcaram-se os ângulos entre a tangente e os segmentos F_1P e F_2P, respectivamente. Como esses ângulos são congruentes, pelo princípio da incidência de raios (da Física), conclui-se que todo raio emitido do foco F_2 em direção a um ponto P qualquer da elipse é refletido na direção do foco F_1. Considera-se, nesse caso, a elipse uma curva refletora (um corte por um plano em uma superfície refletora).

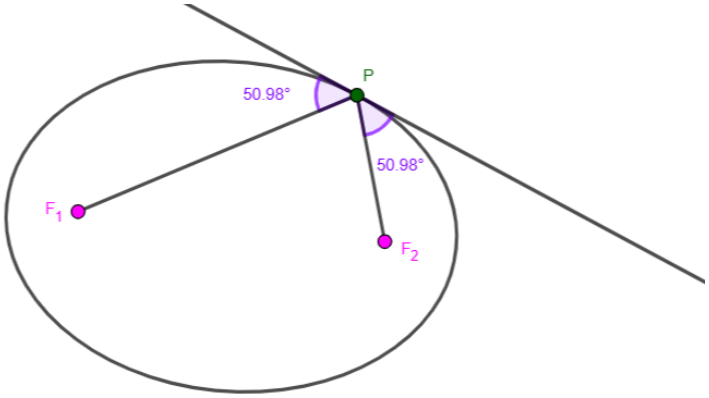


Figura 7. OVA 8.

Fonte: Os Autores.

Após a manipulação do OVA 8, foram propostas duas questões: a Questão 7: *Como você definiria a propriedade refletora?* e a Questão 8: *Se você souber, cite alguma situação em que essa propriedade se aplica no cotidiano*. Dos 17 estudantes, cinco não responderam a essas questões, três confundiram com a propriedade refletora da parábola e nove responderam de forma coerente, como, por exemplo, o E11 que assim respondeu à Questão 7: *Ela pode ser definida como uma onda que parte de um foco 1 que será refletida na cúpula elíptica e voltada para o foco*, e assim respondeu à Questão 8: *No Grand Central Terminal em Nova York, que possui uma construção com uma cúpula elíptica*.

Para as demais cônicas, a sequência didática foi desenvolvida de modo semelhante, em que foram abordadas definição, representação geométrica, equação e propriedade refletora. Após o estudo das cônicas, foi entregue aos estudantes, como atividade avaliativa, uma lista de exercícios composta por 14 questões, sendo cinco sobre parábolas, cinco sobre elipses e quatro sobre hipérboles. Por fim, os estudantes responderam a um questionário sobre a experiência de terem participado da pesquisa. Os dados produzidos com esses materiais referentes à parte do estudo da elipse foram utilizados na ATD.

5. Análise e Discussão

Na ATD, "pretende-se [...] construir compreensões a partir de um conjunto de textos, analisando-os e expressando, a partir da análise, os sentidos e significados possíveis" (Moraes & Galiazzi, 2020, p. 36). Neste trabalho, optou-se por elaborar categorias emergentes, as quais "são construções teóricas que o pesquisador elabora a partir do *corpus*" (Moraes & Galiazzi, 2020, p. 47), ou seja, após a produção dos dados. Para a análise dos dados produzidos, consideraram-se três categorias: (i) Limitações e dificuldades apresentadas na interação com o material didático; (ii) Potencialidades dos OVA para o estudo da elipse; e (iii) Aprendizagem significativa no estudo da elipse. A partir dessas categorias, procedeu-se à ATD, que segue nas próximas subseções.

5.1 Limitações e dificuldades apresentadas na interação com o material didático

Os participantes da experiência de ensino possuíam conhecimento do GeoGebra, pois esse software era utilizado anteriormente nas aulas de Matemática. Nesse sentido, eles criaram com facilidade uma conta pessoal no GeoGebra on-line e manipularam o material disponível. Todavia, alguns responderam, no questionário, que tiveram dificuldades no uso de comandos do GeoGebra nas primeiras atividades da sequência didática, situação que foi resolvida com orientações acerca do uso dos recursos do GeoGebra

presentes nos OVA. Destaca-se, nesse sentido, o relato de E2: "*no começo era algo novo, mas recebemos as instruções de como usar e ficou fácil*".

Ainda, com relação à manipulação dos OVA e compreensão dos seus objetivos, com as orientações dispostas em cada OVA e as orientações gerais apresentadas nas aulas, os estudantes conseguiram manipular esses objetos adequadamente e compreendê-los, com exceção do OVA 2 e do OVA 3. Esses objetos foram elaborados com o propósito de relacionar as coordenadas do centro (C) com os vértices, visando à compreensão da representação gráfica da elipse a partir do conhecimento de alguns de seus elementos. Uma situação a ser observada é a relação entre as coordenadas dos vértices e dos focos com a posição e direção dos eixos. Por exemplo, quando os focos possuem a mesma abscissa, a reta focal (ou eixo maior) é paralela ao eixo das ordenadas, sendo que o centro e os vértices extremos desse eixo também possuem a mesma abscissa que os focos. Situação análoga se observa para o caso dos focos com ordenadas iguais.

Também é possível relacionar os pontos correspondentes aos vértices. Por exemplo, dados $C = (f, g)$ e $A_1A_2 = 2a$, obtém-se $A_1 = (f, g + a)$ e $A_2 = (f, g - a)$, para o caso da reta focal ser paralela ao eixo das ordenadas. Se $B_1B_2 = 2b$, pode-se escrever $B_1 = (f - b, g)$ e $B_2 = (f + b, g)$. Essas situações podem ser observadas ao acionar o botão "Aprofundando", mostrado na **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que se refere ao OVA 2. No OVA 3, explora-se situação análoga para o caso de o eixo maior ser paralelo ao eixo das abscissas.

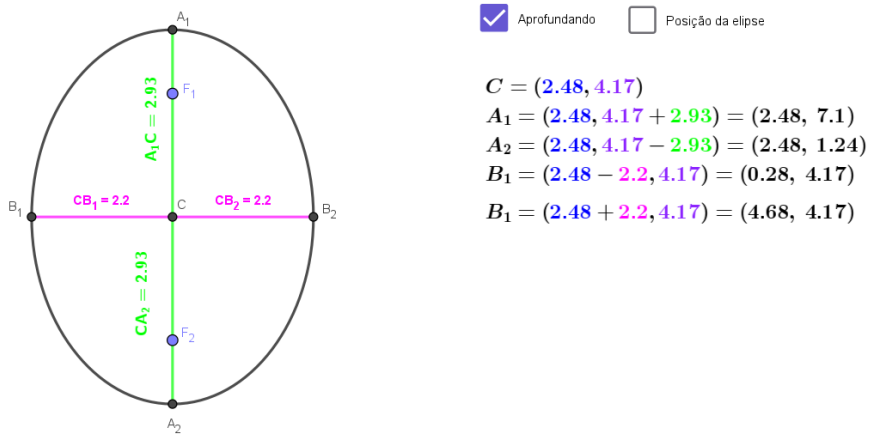


Figura 8. Elementos da elipse (OVA 2).

Fonte: Os Autores.

Ao responderem à Questão 1 (apresentada na seção anterior), observaram-se dificuldades dos estudantes para formalizarem essas relações, apesar do uso de cores específicas para representar cada grandeza envolvida. Apenas quatro estudantes responderam de forma satisfatória ao questionamento. Embora não formalizasse a situação, o estudante E8 afirmou: "*Entendi que são 4 vértices, A_1, A_2, B_1 e B_2, um centro e 2 focos. Quando os focos estão na horizontal, A_1 e A_2 também estarão, já se os focos estiverem na vertical, A_1 e A_2 estarão na vertical também*". Houve ainda quem somente descreveu os objetos.

Uma das hipóteses para a maioria dos estudantes não ter identificado as relações esperadas com os OVA 2 e 3 pode ser devido à Questão 1 ser aberta, o que possivelmente dificultou a sua compreensão. Sugere-se uma possibilidade de reescrita da Questão 1: *Identifique relações entre as coordenadas cartesianas dos elementos da elipse e justifique sua resposta*. Essa percepção reforça a importância da constante revisão e aperfeiçoamento do material proposto, com vistas a torná-lo potencialmente

significativo para o estudante para o adequado direcionamento da aprendizagem. Conjectura-se que, nessa questão específica, o material eventualmente não tenha sido potencialmente significativo para ativar os subsunçores nos estudantes de modo a construir os novos significados almejados, conforme preconiza Moreira (2011). Nas demais questões que acompanharam os OVA, observou-se que a maioria dos estudantes conseguiu estabelecer os significados esperados, o que mostra indícios de que o material, nesses casos, tenha sido potencialmente significativo.

Em relação à lista de exercícios, das cinco questões sobre elipse, a maioria dos estudantes só apresentou dificuldades na primeira, em que deveriam encontrar o centro e a excentricidade da elipse de equação $\frac{(x-1)^2}{4}+\frac{(y-1)^2}{9}=1$. Cinco estudantes acertaram-na completamente, dois apresentaram respostas incoerentes e os demais não a resolveram. Houve estudantes que não responderam a essa questão, mas que apresentaram indícios de terem compreendido esses conceitos ao manipularem o OVA 4, conforme mencionado na descrição dos dados. Para as questões em que foram fornecidos elementos da elipse ou representação gráfica, esses mesmos estudantes conseguiram apresentar a equação correspondente, o que não se observou na situação contrária, trazendo indícios de que conseguiram transitar da representação geométrica para a algébrica.

Por fim, os estudantes destacaram que foi abordado bastante conteúdo para um curto período de tempo. Contudo, afirmaram compreender a situação por ser final de semestre letivo. Elencaram ainda que gostaram do trabalho com os OVA, ressaltaram a importância de atividades dessa natureza, mas com a possibilidade de eles mesmos desenvolverem alguns OVA. Ainda, os estudantes sugeriram disponibilizar mais OVA no estilo do bilhar elíptico por ser algo lúdico que promove a curiosidade, o que se considera um bom *feedback* já que um dos objetivos desse OVA é justamente esse.

Concorda-se com os estudantes que se abordou bastante conteúdo para pouco tempo, ainda mais com o uso de metodologia alternativa à tradicional, o que demanda mais tempo nas aulas. No que diz respeito à sequência didática, para aplicações futuras, necessita-se fazer uma revisão em algumas das questões propostas para deixá-las mais claras e objetivas. Também se observou a necessidade de apresentar instruções de manipulação em cada OVA. Embora essas instruções tenham sido transmitidas verbalmente no início de cada atividade, colocá-las nos OVA é relevante, pois o estudante pode voltar para ler novamente quando for necessário.

5.2 Potencialidades dos OVA para o estudo da elipse

Nesta categoria, elencam-se potencialidades do uso dos OVA para o estudo da elipse na perspectiva dos estudantes que participaram da aplicação. No ensino tradicional, o estudante tem um papel "passivo" quando recebe a informação, tentando compreender e reproduzir o que está sendo ensinado. A fim de mudar esse cenário, o uso de OVA pode reposicionar o papel dos estudantes no processo de aprendizagem, promover sua autonomia, incentivar a investigação e reflexão sobre os conceitos matemáticos estudados. Como os OVA são interativos, eles possibilitam aos estudantes elaborar conjecturas e testar a veracidade destas para alguns casos. Visando confirmar (ou não) essas conjecturas, o professor pode questionar os estudantes com perguntas do tipo: *Será que isso sempre vai acontecer? Se sim, por quê? E se não, por que não?*

Entende-se que as diferentes representações geométricas obtidas ao alterar os parâmetros da elipse, nos OVA disponibilizados, permitem visualizar inúmeras situações em curtos espaços de tempo, o que facilita a observação de padrões, as características que se mantêm e as que se alteram durante essa manipulação. Essa perspectiva fornece subsídios para as argumentações dos estudantes quando respondem aos questionamentos feitos pelo professor.

Foram abordadas algébrica e geometricamente a definição, a representação geométrica, a equação e a propriedade refletora da elipse. Com o uso dos OVA propostos, foi possível estudar esses conceitos de modo integrado, transitando facilmente entre essas duas formas de representação. No OVA 4, por exemplo, tem-se a equação da elipse e sua representação geométrica. É possível alterar os valores de alguns parâmetros da equação e analisar as mudanças algébricas e geométricas, de modo dinâmico e interativo, o que facilita a visualização e compreensão dos objetos matemáticos envolvidos.

A disponibilização da sequência didática no GeoGebra Tarefa, de modo on-line, oportunizou aos estudantes a manipulação dos OVA e, paralelamente, responderem às questões propostas em cada atividade, conforme apontado pelo E15, "*as questões presentes no próprio GeoGebra (na sala virtual) ajudam analisarmos melhor, por termos o que responder*". Além disso, segundo a percepção de 15 estudantes participantes da pesquisa, a interação com os OVA contribuiu para melhorar a sua compreensão dos conteúdos abordados. E2 afirmou: *"[...] Eu achei que ajuda a tirar algumas dúvidas e deixa a lógica mais fácil de ver. Ter uma visão clara do que você está fazendo é muito bom*".

O formato e a disposição das atividades na sequência didática foram considerados, também, de modo a contribuir com o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Assim, era esperado que, ao manipular os OVA, os estudantes estabelecessem relações entre as animações visualizadas nesses objetos com as propriedades e conteúdos da Matemática neles abordados. Quando perguntados a respeito, apenas três afirmaram ter tido dificuldades em estabelecer essas relações. Alguns apenas disseram que conseguiram, mas não comentaram quais as relações estabelecidas.

O E17, por exemplo, respondeu que *"Sim, com um pouco de dificuldade, mas sim"*. Apesar de alegar ter tido algumas dificuldades, ele respondeu corretamente a todas as questões dispostas na sequência didática, exceto à Questão 1. Assim, observou-se que ele conseguiu estabelecer as relações esperadas, porém, não entregou a lista de exercícios de caráter avaliativo. E3 afirmou: *"Tive dificuldade de estabelecer relações matemáticas por meu modo de pensar, mas, sim, consegui estabelecer algumas relações a partir da visualização dos OVA"*. Apesar de indicar algumas dificuldades, o estudante conseguiu responder de forma coerente a todas as questões dispostas na sala de aula virtual, com resoluções bem elaboradas, exceto as resoluções das questões relativas aos OVA 7 e 8, em que não apresentou nenhuma resposta. Já nos exercícios da atividade avaliativa, ele acertou todas as questões que resolveu, deixando apenas uma sem resposta.

O E2 respondeu: "C*onsegui perceber as relações nos mais simples quando eu focava em entender, mas os mais complexos são um pouco mais difíceis para mim"*. Ele apontou ter tido algumas dificuldades, mas também conseguiu responder corretamente a todas as questões, exceto à Questão 1 referente aos OVA 2 e OVA 3. Na atividade avaliativa, esse estudante só não acertou a primeira questão. Assim, observou-se que ele só não realizou as atividades que a maioria dos estudantes teve dificuldades. Diante do exposto, considera-se que, apesar de algumas dificuldades apontadas por esses três estudantes, há evidências de que o material tenha sido potencialmente significativo, contribuindo para a sua aprendizagem.

Sobre o uso das TD como fator motivador para estudar Matemática, 12 estudantes afirmaram que contribuiu na motivação e interesse pelos estudos. Para justificar essa percepção, mencionaram a facilidade na compreensão dos OVA, bem como o fato de serem intuitivos, interessantes e dinâmicos. Um dos estudantes complementou afirmando que "*ver algo diferente do ensinado em anos de escola me faz querer conhecer mais os diversos métodos de aprendizagem, não só de matemática"*.

Quando perguntados especificamente sobre os OVA elaborados no GeoGebra, 15 estudantes afirmaram que gostariam que esse uso se tornasse algo frequente nas aulas de Matemática. Os argumentos mais usados para esse posicionamento foram a facilidade da compreensão e a visualização geométrica

dos objetos matemáticos. Essa percepção é corroborada por Teixeira e Mussato (2020, p. 453) ao se referirem ao software GeoGebra:

> Os recursos tecnológicos disponíveis nesse software podem colaborar com o processo de ensino da matemática, pois podem possibilitar aos alunos desenvolver atividades que permitem a investigação, a interação e a testagem, facilitando o processo de construção do conhecimento. Assim, o aluno participa da elaboração da resolução interagindo assim com o software, seja com atividades algébricas ou geométricas.

Segundo Santos, Silva e Silva (2021, p. 61), o GeoGebra "contribui para fornecer aos educandos possíveis ampliações ou novas interpretações no desenvolvimento do pensamento geométrico". Assim, de acordo com Binotto, Petry e Gaio (2022), os OVA contribuem para a aprendizagem de conceitos matemáticos e a compreensão da importância de suas propriedades em aplicações para a projeção de equipamentos usados em situações práticas.

5.3 Aprendizagem significativa no estudo da elipse

De acordo com Ausubel (2003), para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que o material utilizado seja potencialmente significativo, ou seja, que possa ser relacionado com os conhecimentos prévios dos estudantes, que devem ter predisposição para aprender, conforme ressaltado no marco teórico. Nesse sentido, para a elaboração da sequência didática, que se entende como material potencialmente significativo, consideraram-se como subsunçores os conceitos referentes a plano cartesiano, representação de pontos no plano, distância entre pontos, par ordenado e estudo de retas, que são pré-requisitos para o estudo de cônicas.

Em relação à predisposição dos estudantes para a aprendizagem, analisaram-se o resultado da identificação de relações matemáticas nos OVA, as respostas às questões propostas na sequência didática, a interação com os OVA e as respostas à lista de exercícios. Nesse sentido, observou-se que 15 estudantes apresentaram a resolução de pelo menos 70% das oito questões sobre elipses, presentes na sequência didática, buscando justificar os passos desenvolvidos nas soluções, o que sugere que a maioria dos estudantes estava predisposta a aprender.

De acordo com Moreira (2011, p. 52), "a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não". Por esse motivo, apresentam-se nesta seção alguns indícios de ocorrência da aprendizagem a partir da interação com os subsunçores já estabelecidos.

Um dos exercícios apresentados aos estudantes foi: *Qual é a equação da elipse com centro em* $C(1,2)$*, eixo focal vertical, eixo maior medindo 6 uc e eixo menor medindo 4 uc?* Nesse exercício, era esperado que eles localizassem o ponto correspondente ao centro no plano cartesiano e o identificassem como o ponto médio dos respectivos eixos, que são segmentos (subsunçores) e, com suas medidas, definissem os valores dos parâmetros a e b, para assim, relacionar com a forma da equação da elipse $\frac{(x-x_0)^2}{b^2}+\frac{(y-y_0)^2}{a^2}=1$. Dez estudantes acertaram integralmente a solução dessa questão, ancorando o novo conceito (a forma de representação algébrica da elipse) com os subsunçores já presentes em sua estrutura cognitiva. Quatro estudantes conseguiram resolver parcialmente a questão, em que se observou alguma dificuldade de realizar essa ancoragem, enquanto que os outros três não resolveram o exercício.

Um outro exercício apresentado aos estudantes foi: *Os pontos* $A_1(4,0)$ *e* $A_2(-4,0)$ *são vértices de uma elipse com focos* $F_1(3,0)$ *e* $F_2(-3,0)$*. Determine a equação, a excentricidade da elipse e esboce seu gráfico.* Esperava-se que os estudantes localizassem esses pontos no plano cartesiano, identificassem a distância entre os vértices e entre os focos, localizassem o centro (ponto médio entre os focos ou entre os vértices dados), acessando vários subsunçores já presentes em suas estruturas cognitivas. Assim, com os novos

conceitos apresentados no material, esperava-se a identificação dos parâmetros a e c para, então, usar o Teorema de Pitágoras (subsunçor) para encontrar o parâmetro b presente na forma apresentada para a equação da elipse. A partir desses parâmetros, esperava-se que, usando os novos conhecimentos desenvolvidos a partir da manipulação dos OVA e com a sequência didática disponibilizada, conseguissem exibir a equação da cônica, calcular sua excentricidade e fazer a representação geométrica, como exemplificado na solução apresentada pelo estudante E10, mostrada na Figura 9.

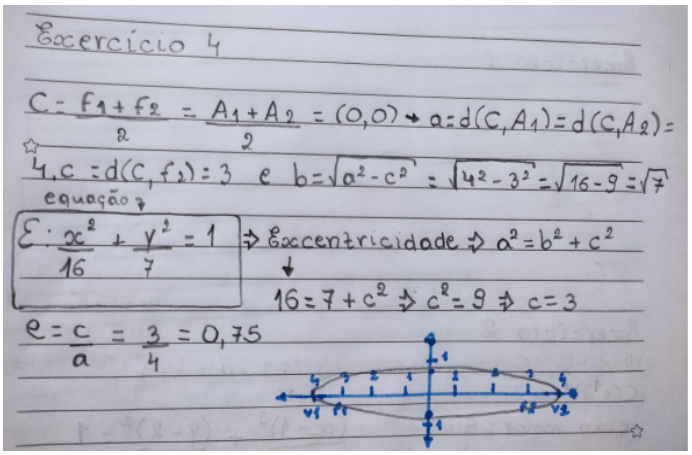


Figura 9. Resolução apresentada pelo E10.

Fonte: Os Autores.

Somente um estudante não resolveu a essa questão, 15 estudantes acertaram-na integralmente e um resolveu-a parcialmente, obtendo-se novamente indícios da ocorrência de aprendizagem significativa, visto que a maioria conseguiu resolver corretamente a questão, ancorando os novos conceitos com os subsunçores já estabelecidos. Tem-se, dessa forma, também indícios de que o material foi potencialmente significativo para esses estudantes.

Na tentativa de trazer um exercício lúdico, foi proposta uma situação fictícia em que uma pessoa pretendia *construir uma piscina em formato elíptico, de forma que amarra as extremidades de uma corda de* $6m$ *de comprimento em duas estacas* E_1 *e* E_2. *Com um riscador* R, *estica a corda, de modo a obter o triângulo* E_1RE_2. *Deslizando o riscador R de forma que a corda fique sempre esticada e rente ao chão, obtém o contorno da piscina desenhado na Figura* 10*. Sendo* M *o ponto médio de* E_1E_2, *qual é a distância entre as estacas?* (adaptado de Giovanni & Bonjorno, 2005, p. 133).

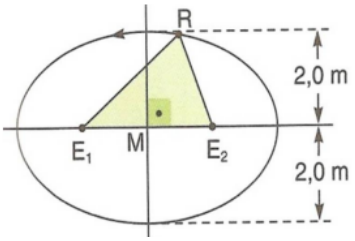


Figura 10. Ilustração da piscina elíptica.

Fonte: Giovanni & Bonjorno, 2005, p. 133.

Apresenta-se a resolução desse problema dada pelo E8, conforme mostrado na Figura .

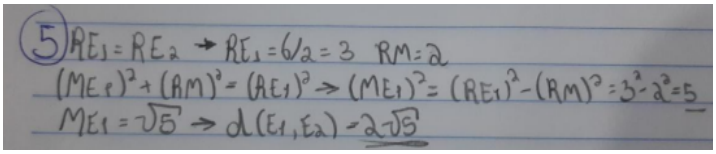


Figura 11. Resolução apresentada pelo E8.

Fonte: Os Autores.

Embora esse estudante não tenha explicitado, ele usou a definição de elipse, considerando E_1 e E_2 os focos e R um ponto qualquer da elipse, sendo o ponto médio (M) dos focos seu centro. Além disso, quando R é um dos extremos do eixo menor, vale $E_1M = ME_2 = c$. Identificou ainda, pelos dados contidos no problema, o valor do parâmetro $b = 2$, para, assim, encontrar o valor de c utilizando o Teorema de Pitágoras. Apesar de o estudante ter omitido a formalização de alguns conceitos na solução apresentada, observa-se que há indícios de que ele relacionou o novo conhecimento com os subsunçores (plano cartesiano, ponto médio, teorema de Pitágoras) e os desenvolveu para relacioná-los com as novas informações, o que é uma evidência de aprendizagem significativa. Nesse exercício, 12 estudantes conseguiram obter a solução do problema e cinco não resolveram a atividade.

Nas aulas, os estudantes manipularam os OVA, investigaram os conceitos matemáticos, elaboraram e testaram conjecturas. Na sequência, realizou-se a sistematização dos conceitos estudados. Em alguns casos, os estudantes compreenderam os conceitos abordados sem a ajuda da professora, o que contempla a aprendizagem por descoberta e, em outros, a sistematização foi fundamental.

Conclui-se que há evidências de que a maioria dos estudantes conseguiu compreender os conceitos abordados a partir da interação com os OVA, consolidando essa compreensão com a sistematização, quando necessário. Essa situação pode ser ilustrada pela afirmação do E3, ao responder à Questão 6: *É correto afirmar que, independente da maneira que você posicionar o taco de sinuca, você sempre vai acertar? Justifique sua resposta:*

> Sim, pois as distâncias de um ponto qualquer na elipse até os pontos focais somadas vai ser sempre a mesma, que coincide com a distância entre os vértices. Isso influencia no ângulo formado pela reflexão de raios, de forma que os ângulos externos do triângulo entre o raio e a reta focal são iguais.

De fato, o estudante conseguiu justificar a solução da questão, principalmente por nunca ter visto esse conteúdo antes. Embora não tenha usado a linguagem formal, ele observou que os ângulos de incidência e de reflexão são congruentes. Diante do exposto, pode-se concluir que existem fortes evidências de que a sequência didática planejada a partir dos OVA contribuiu para promover aprendizagem significativa.

6. Considerações Finais

Por meio de uma experiência de ensino, buscou-se investigar possíveis contribuições do uso de objetos virtuais de aprendizagem para a aprendizagem significativa de conteúdos de cônicas, com estudantes do Ensino Médio Técnico em Informática. Para tanto, elaborou-se uma sequência didática com o recurso livro do GeoGebra on-line, composta por OVA e questões sobre os conteúdos matemáticos envolvidos, disponibilizada aos estudantes no GeoGebra Tarefa.

Os dados da pesquisa foram analisados, considerando-se as limitações ou dificuldades na compreensão ou uso dos OVA, as potencialidades do seu uso e as evidências da ocorrência de aprendizagem significativa. Observa-se que o ambiente em que a sequência didática foi aplicada possui boa estrutura de TD, com laboratório de informática, acesso à Internet e alunos habituados a usarem esses espaços, embora essa não seja a realidade de muitas escolas públicas no Brasil. Por isso, é possível que, em algumas

situações, o professor que queira usar o material disponibilizado sinta necessidade de fazer adaptações, usá-lo de forma off-line, ou mesmo apresentar os OVA em uma projeção, em que a manipulação seja feita de forma coletiva.

Quanto à habilidade de manuseio dos recursos tecnológicos, espera-se que essa não seja uma barreira para o uso, visto que os estudantes atuais da Educação Básica, em sua maioria, são considerados nativos digitais. Em relação às dificuldades elencadas pelos estudantes que participaram da pesquisa acerca da compreensão dos conceitos a serem constituídos na interação com os OVA, elas possibilitaram a implementação de melhorias.

Em relação aos benefícios e potencialidades do material didático disponibilizado, destaca-se a promoção da autonomia com a possibilidade de investigar os assuntos matemáticos. A sequência didática foi elaborada de modo a relacionar o novo conteúdo a ser aprendido com os conhecimentos prévios dos estudantes. As questões a serem respondidas durante a interação com os OVA serviram como base para os estudantes manipularem os objetos, a fim de compreender os conceitos abordados, promover a investigação dos conteúdos matemáticos, favorecer sua autonomia e, consequentemente, proporcionar a aprendizagem por descoberta. A interatividade dos OVA contribuiu para que os estudantes conseguissem visualizar diferentes lugares geométricos associados às respectivas representações algébricas, permitindo elaborar e testar conjecturas a partir dos padrões observados, bem como favorecer a compreensão dos conteúdos matemáticos.

Destaca-se também que, para a maioria dos estudantes, o uso dos OVA ampliou a motivação, o interesse nas aulas e o empenho para a resolução das atividades propostas. Nesse sentido, pode-se inferir que esses estudantes estavam predispostos a aprender, um dos requisitos para ocorrer aprendizagem significativa, e que os OVA contribuíram para isso. Esse indicativo, inclusive, é reforçado por diversos estudantes que demonstraram interesse e curiosidade em aprender a construir seus próprios OVA no GeoGebra e sugeriram que mais atividades como essas fossem incorporadas com frequência às aulas de Matemática.

Em relação à sequência didática utilizada, considera-se ser um material potencialmente significativo devido ao fato de relacionar os conteúdos com os subsunçores dos estudantes e a maioria deles ter conseguido desenvolver novos significados em sua estrutura cognitiva a partir da interação proposta, conforme sugere Ausubel (2003). Por fim, identificaram-se algumas evidências de aprendizagem significativa na resolução das atividades do GeoGebra e na atividade avaliativa, razão pela qual é possível considerar que o uso dos OVA contribuiu na aprendizagem significativa dos estudantes acerca dos conteúdos de cônicas.

6. Referências

Almeida, W. N. C. & Malheiro, J. M. S. (2018). A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 11(2), 57-83. https://doi.org/10.5007/1982-5153.2018v11n2p57.

Audino, D. F. & Nascimento, R. S. (2010). Objetos de aprendizagem – diálogos entre conceitos: uma nova proposição aplicada à educação. Revista Contemporânea de Educação, 5(10), 128-148, 2010. https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1620/1468.

Ausubel, D. P. (2003). Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. (L. Teopisto, trad.). Platáno.

Bicudo, M. A. V. (2019). Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo abordagem fenomenológica. In: M. C. Borba & J. L. Araújo (Ed.), Pesquisa qualitativa em educação matemática (pp. 107-119). Autêntica.

Binotto, R. R.; Petry, V. J. & Gaio, S. M. (2022). Estudo de Possibilidades do Uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem no Ensino de Cônicas por meio de um Exercício de Imaginação Pedagógica. Ensino da Matemática em Debate, 9(2), 108–129.DOI: https://doi.org/10.23925/2358-4122.2022v9i257628.

Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Borba, M. C., Silva, R. S. R. & Gadanidis, G. (2020). Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática. (3ª ed.). Autêntica.

Costa, N. M. L. & Prado, M. E. B. B. (2015). A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. Perspectivas da Educação Matemática, 8(16), 99-120. https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1392.

Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2012). Investigação em Educação Matemática. Autores Associados.

Giovanni, J. R. & Bonjorno J. G. (2005). Matemática completa. (2ª ed.). FTD.

Kay, R. H. & Knaack, L. (2007). Evaluating the learning in learning objects. Open Learning: The Journal of Open and Distance Education, 22(1), 5-28.

Kenski, V. M. (2003). Aprendizagem Mediada pela Tecnologia. Revista Diálogo Educacional, 4(10), 47-56. https://doi.org/10.7213/rde.v4i10.6419.

Kleemann, R. & Petry, V. J. (2020). Desenvolvimento de um Exercício de Imaginação Pedagógica a partir de uma Proposta Metodológica Interdisciplinar. Investigações em Ensino de Ciências, 25(3), 232-251. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p232.

Maltempi, M. V. (2005). Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e Perspectivas. In: Anais do V Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática (pp. 1-11). Porto.

Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2020) Análise Textual Discursiva. Unijuí.

Moreira, M. A. (2011). Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. Livraria da Física.

Proetti, S. (2018). As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. Revista Lumen, 2(4). https://doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60.

Rocha, T. L. (2012). Viabilidade da Utilização da Pesquisa-Ação em Situações de Ensino-Apendizagem. Cadernos da FUCAMP, 11(14), 12-21. https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/218.

Santos, E. A., Silva, A. F. & Silva, S. S. (2021). As potencialidades do Tangram no ensino de Geometria por meio do software GeoGebra. Ensino da Matemática em Debate, 8(1), 61-80. https://doi.org/10.23925/2358-4122.2021v8i1p61-80.

Skovsmose, O. (2015). Pesquisando o que não é, mas poderia ser. In: B. S. D´Ambrosio & C. E. Lopes (Ed.) Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática (pp. 63-90). Mercado de Letras.

Souza, L. O. (2016). As TIC na Formação Docente: fundamentos para design de objetos virtuais de aprendizagem. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Goiás.

Spinelli, W. (n.d.). Os Objetos Virtuais de Aprendizagem: ação, criação e conhecimento. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6749/mod_resource/content/2/Objetos_de_aprendizagem.pdf.

Teixeira, A. S. M. & Mussato, S. (2020). Contribuições do software Geogebra nas aulas com sólidos geométricos de faces planas nos anos iniciais do ensino fundamental. Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 8(3), 449-466. https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10835.

Tezani, T. C. R. (2017) Nativos digitais: considerações sobre os alunos contemporâneos e a possibilidade de se (re)pensar a prática pedagógica. Revista Brasileira de Psicologia e Educação, 19(2), 295–307. https://doi.org/10.30715/rbpe.v19.n2.2017.10955.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21559

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD DESDE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ENERGÉTICOS EN LA FÍSICA PARA INGENIEROS

EDUCATION FOR SUSTAINABILITY FROM THE RESOLUTION OF ENERGY PROBLEMS IN PHYSICS FOR ENGINEERS

EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE A PARTIR DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ENERGIA NA FÍSICA PARA ENGENHEIROS

Francisco O. Machín-Armas*, Eduardo Fernández-Santiesteban **
Elser Ferras-Santiesteban*** **Eduardo Fernández-Calzadilla******

Machín-Armas, F. O.; Fernández-Santiesteban, E.; Ferrás-Santiesteban, E.; Fernández-Calzadilla, E. Educación para la sostenibilidad en ingeniería desde la resolución de problemas físico-energéticos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 199-215. https://doi.org/10.14483/23464712.21559

Resumen

La cuestión del uso sostenible de la energía ha ganado especial interés en la actualidad, motivado por la crisis ambiental, climática, energética y global del desarrollo. Por otra parte, en las últimas décadas ha alcanzado relevancia la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias, especialmente en el aprendizaje de la Física para los estudiantes de Ingenierías. Este artículo aborda el problema científico relativo a cómo favorecer la educación de la actitud ambiental y la valoración de la sostenibilidad en los estudiantes de estas carreras. La respuesta se busca en la problematización del proceso de enseñanza aprendizaje, desde la resolución de problemas físico-energéticos relativos al desarrollo sostenible. Mediante el método lógico-histórico y la revisión bibliográfica se hace un estudio epistemológico de la evolución de la concepción de sostenibilidad, de la educación en ciencia de la sostenibilidad y de las actitudes como formación psicológica de la personalidad, que determinan las predisposiciones de los estudiantes a la cuestión energético-ambiental. Se aborda además la resolución de problemas físicos a partir de los trabajos de Polya de 1945 para las Matemáticas. Luego, desde la Didáctica de la Física se fundamenta el tratamiento del concepto energía y la resolución de problemas de ese contenido, orientados hacia la educación para la sostenibilidad del desarrollo. Basado en lo anterior, se sustenta la propuesta de un método resolutivo en el cual se incluye la valoración de la sostenibilidad de las posibles soluciones. La viabilidad

Recibido: 20 de noviembre de 2023, aceptado: 21 de febrero de 2025

* Doctor en Ciencias y Profesor Titular de Física. Universidad de Holguín. Cuba. Email: fmachin@uho.edu.cu: https://orcid.org/0000-0001-5596-1704

** Máster en Educ. Superior y Prof. Auxiliar de Física. Universidad de Holguín. Cuba. Email: efs@uho.edu.cu; https://orcid.org/0000-0002-8313-210X

*** Ingeniero y Profesor Auxiliar de Física. Universidad de Holguín. Cuba. Email: elserfs@uho.edu.cu; https://orcid.org/0000-0002-4129-4661

****Licenciado y Profesor Auxiliar de Física, Universidad de Holguín. Cuba. Email: guayin@gmail.com; https://orcid.org/0009-0002-7871-7100

y eficacia del método propuesto se valida experimentalmente mediante herramientas estadísticas y, finalmente, se ofrecen conclusiones.

Palabras-clave: Ciencia de la sostenibilidad, Enseñanza de la Física, Resolución de problemas, Actitud ambiental, valoración de la sostenibilidad.

Abstract

The issue of sustainable energy use has gained special interest nowadays, motivated by the environmental, climatic, energetic and global development crisis. On the other hand, in the last decades the resolution of problems in the teaching of sciences has become relevant, especially in the learning of Physics for engineering students. This article addresses the scientific problem related to how to promote the education of environmental attitude and the assessment of sustainability in students of these careers. The answer is sought in the problematization of the teaching learning process, from the resolution of physical problems about energy, related to sustainable development. Through the logical-historical method and the bibliographical review, an epistemological study is made of the evolution of the notion of sustainability and the education in science of sustainability and of attitudes as psychological formation of the personality, which determine the predispositions of students to the energy-environmental issue. The resolution of physical problems is also addressed, based on Polya's 1945 work for Mathematics. Then, the energy concept and the resolution of problems of that content, oriented towards education for the sustainability of development are discussed from the didactics of Physics. Based on the above, a resolution method is proposed, which includes an assessment of the sustainability of possible solutions. The viability and effectiveness of the proposed method is validated experimentally using statistical tools and, finally, conclusions are offered.

Keywords: sustainability science, physics teaching, problem solving, environmental attitude, assessment of sustainability.

Resumo

A questão do uso sustentável da energia ganhou hoje especial interesse, motivada pela crise ambiental, climática, energética e de desenvolvimento global. Por outro lado, nas últimas décadas a resolução de problemas tornou-se relevante no ensino de ciências, especialmente na aprendizagem de Física para estudantes de engenharia. Este artigo aborda o problema científico relacionado com a forma de promover a educação da atitude ambiental e a avaliação da sustentabilidade nos estudantes destas carreiras. A resposta busca-se na problematização do processo de ensino-aprendizagem, a partir da resolução de problemas físico-energéticos, relacionados ao desenvolvimento sustentável. Através do método lógico-histórico e da revisão bibliográfica, é feito um estudo epistemológico da evolução da concepção de sustentabilidade e educação na ciência da sustentabilidade e das atitudes como formação psicológica da personalidade, que determinam as predisposições dos alunos para a questão energético-ambiental. A resolução de problemas físicos também é abordada com base no trabalho de Polya de 1945 para Matemática. Então, a partir da Didática da Física, baseia-se o tratamento do conceito de energia e a resolução de problemas desse conteúdo, orientados para a educação para a sustentabilidade do desenvolvimento. Com base no exposto, baseia-se a proposta de um método de resolução, que inclui a avaliação da sustentabilidade das possíveis soluções. A viabilidade e eficácia do método proposto são validadas

experimentalmente utilizando ferramentas estatísticas e, finalmente, são apresentadas conclusões.

Palabras clave: ciência da sustentabilidade, ensino de física, resolução de problemas, atitude ambiental, avaliação da sustentabilidade.

1. Introducción

La universidad afronta el desafío de educar para la sostenibilidad, orientando sus esfuerzos hacia la formación de un ciudadano "[…] actualizado, creativo, portador no sólo de conocimientos de la especialidad sino de habilidades, actitudes, valores y capacidades para tomar disposiciones y ocupar responsabilidades sociales en función del desarrollo contemporáneo" (Padilla y Figueroa, 2021, p. 48). Ello es respuesta de esta institución al problema socio-ambiental, que en esencia es "[…] una crisis del sistema sociocultural" (García-López, 2016, p. 598) o bien del proyecto civilizatorio occidental y de su racionalidad económica (Barkin et al., 2012). Por lo tanto, se busca una manera de hacer más racional y consciente el proceso de educación para la sostenibilidad, de modo que se integre y atienda el problema ambiental en dicho proceso.

El problema ambiental, visto desde la actuación humana para con el medio ambiente, conduce en el sistema educativo a la ambientalización curricular (Machín et al., 2021). Esto, mediante la ejecución de estrategias de educación ambiental, o bien de educación para el desarrollo sostenible o la sostenibilidad, que para el nivel universitario significa "[…] integrar estos conceptos al sistema de educación superior" (Rodríguez et al., 2017, p. 129). El valor de estas acciones se debe a la aplicación de estrategias basadas en el enfoque ambiental, lo que mejora el desarrollo de actitudes ambientales (Gómez et al., 2022).

En la educación superior, la formación de actitudes frente al problema ambiental se fomenta desde los enfoques de ambientalización y sostenibilización curricular como, por ejemplo, desde la resolución de problemas (Machín y Torres, 2015). Los elementos citados son componentes de la educación ambiental, que ha de ser asumida con sus rasgos epistemológicos, los cuales tienen una influencia decisiva en la enseñanza (Duarte y Valvuena, 2017).

Para la enseñanza de las ciencias básicas en las ingenierías se manifiesta la tendencia de priorizar la resolución de problemas, tanto que con frecuencia se afirma que la finalidad de la enseñanza de las ciencias básicas y aplicadas "[…] se centra en desarrollar y sistematizar conocimientos útiles para resolver diferentes tipos de problemas (Larkin y Reif, 1979, citados por Mariño et al., 2021, p. 578). Entonces la capacidad de resolver problemas teóricos y prácticos se constituye en una competencia central para el estudiante de ingeniería (Rosales-Torres et al., 2022) y se ha de observar que el proceso de resolución de problemas, por un lado, y el de su formulación y planteamiento, por otro, conforman una unidad dialéctica (Cruz-Ramírez et al., 2021).

El problema docente es significativo para el aprendizaje. En la educación matemática, dicha categoría es entendida como "[…] una situación o dificultad prevista o espontánea, con algunos elementos desconocidos para el sujeto, pero capaz de provocar acciones sucesivas para darle solución" (Mazarío, 2009, p. 13), o también "[…] una situación que se le propone al estudiante para adquirir un conocimiento matemático nuevo, el cual requiere solución, pero que el método para hallarla no es tan obvio ni inmediato, por lo que hace pensar al estudiante" (Espinoza, 2017, p. 67). Una visión más actualizada, puede ser el exponerlo como:

> "[…] toda situación en la cual, dadas determinadas condiciones, se plantean ciertas exigencias que crean en el sujeto el deseo y la necesidad de realizar una intensa actividad cognoscitiva, poniendo

> en acción sus recursos matemáticos y personológicos para poder satisfacerlas, aun cuando no se conoce vía alguna para ello" (Álvarez-Pérez y Cruz-Ramírez, 2023).

Las definiciones anteriores son adaptables a la enseñanza de la Física, para la que se consideran, en función de la resolución de problemas, elementos instructivos como conocimientos y habilidades, al igual que elementos educativos como valores, actitudes y convicciones. De esta manera, se alimenta la enseñanza de la Física, disciplina que, desde su objeto, aborda los campos de acción de las diferentes ingenierías y ofrece los fundamentos para la resolución de los posibles problemas técnicos o teóricos en la vida profesional de los ingenieros.

La inclusión del enfoque de sostenibilidad en la universidad, en particular para la enseñanza de ciencias en las ingenierías, encuentra limitaciones en cuanto a que es todavía una concepción empírica carente de sistematización teórica, que no la manejan con facilidad profesores y estudiantes dada su complejidad como concepto. Además, las barreras conceptuales, pedagógicas, actitudinales e institucionales se constituyen en un freno (Freund et al., 2019; López, 2022; Machín et al., 2017; Miñano-Rubio et al., 2019). Encontrar vías que favorezcan esta inclusión es de interés para los que investigan en esta línea.

Luego, resulta relevante el problema científico relativo a ¿Cómo favorecer la formación del ingeniero para la sostenibilidad?, que encuentra respuestas en la enseñanza de la Física dadas sus potencialidades educativas para la resolución de los problemas energético-ambientales. Este es el asunto tratado en el artículo presente, al estudiar cómo se favorece la formación de la actitud ambiental y la valoración de la sostenibilidad en los estudiantes de ingeniería, desde la resolución de problemas físico-energéticos.

1.1 Concepción de educación para la sostenibilidad en ingeniería. Resolución de problemas físicos energéticos

La introducción de la concepción de sostenibilidad se ha potenciado en la educación superior, hecho reflejado en el incremento anual de la cantidad de artículos de investigación publicados sobre el tema, a partir de ahí se habla de la educación para la sostenibilidad (Aznar et al., 2017; Concepción et al., 2012; Feinstein y Kirchgasler, 2015; López, 2022; Machín et al., 2012a), apreciada como un tipo especial de labor educativa en la que se destaca la formación de actitudes y valores, en este caso, para la sostenibilidad.

En la educación para la sostenibilidad es de interés la búsqueda de resultados en el campo afectivo del aprendizaje (O'byrne et al., 2015), que estén expresados en nuevos valores y una nueva visión del concepto social de desarrollo (Jaula-Botet et al., 2018). También, al aprender a resolver problemas desde la concepción de sostenibilidad, se toma conciencia acerca de la práctica de la ingeniería sostenible (Ozis et al., 2022). Así, la educación universitaria se erige como el instrumento idóneo para favorecer la sostenibilidad y, sobre todo, el abordar su carácter interdisciplinario en el tratamiento de manifestaciones de esta (Persson-Fischer y Liu, 2021).

Los inicios del siglo XXI son testigos de que la educación para la sostenibilidad, a partir de un estado incipiente, se ha configurado en una concepción de rápida y alta maduración, lo que le ha permitido alcanzar interdisciplinariedad en un alto grado. La literatura científica la refiere en los términos de educación en ciencia de la sostenibilidad, la cual retoma la herencia de la educación ambiental y la incluye como componente, aunque es de aclarar que esta última no ha perdido vigencia y conserva su identidad (Machín et al., 2017). La educación para la sostenibilidad responde a los problemas socio-ambientales en la dinámica del cambio global, con soporte en un proceso formativo e investigativo acorde

a las necesidades del entorno y la realidad de las instituciones (Cecato de Lima et al., 2019; Machín-Armas, 2022; Sepúlveda, 2015).

Las universidades o facultades técnicas tienen la responsabilidad de formar a sus egresados para que tengan un buen desempeño profesional respecto a la sostenibilidad, lo que implica ir más allá de la tradicional formación tecnológica de los recursos humanos (Díaz-Duque, 2015). Ello se vincula con la idea de que medioambiente y sostenibilidad son conceptos interrelacionados incluso para los estudiantes (Da Riva y Obara, 2018). Igualmente ha de tenerse presente lo que piensan y hacen los profesores en las escuelas y facultades de ingeniería (Aginako et al., 2022).

La resolución de problemas físico-energéticos desarrolla la inteligencia lógico-matemática, que H. Gardner identifica con la capacidad para emplear números y razonar adecuadamente, ser sensible a los esquemas y relaciones lógicas como afirmaciones, proposiciones y funciones, poder modelar la realidad y hacer otras abstracciones relacionadas; o bien, se puede concebir como la capacidad de razonar de forma lógica y solucionar problemas ligados a números, tiempo, espacio y causalidad (Méndez, 2014). Este tipo de inteligencia se aprecia mayoritariamente en matemáticos, físicos, contadores, ingenieros, analistas de sistemas y científicos, lo que deja ver cuál suele ser su campo de aplicación. Entenderla como una capacidad facilita explicar su desarrollo desde el aprendizaje (Deulofeu-Piquet et al., 2018).

Para quien enseña Física, sea escolar o universitaria, el resolver problemas representa una oportunidad del estudiante de manifestar su talento para la Física (González, 2009) y para la ciencia en general, ya que "[…] la inteligencia podría tener cierta correlación con el éxito en la resolución de problemas" (Méndez, 2014, p. 32) que, en este caso, se busca para aquellos físico-energéticos. Progresar en esta dirección requiere de la integración, en el individuo, del conocimiento físico intuitivo, el dominio de métodos resolutivos y el conocimiento preciso de ecuaciones matemáticas (Buteler y Coleoni, 2012). Se aprecia que existe una relación entre las estrategias metacognitivas y la resolución de problemas (Pérez y González, 2020), lo que es importante ya que fortalecer esta última necesita de concientización y de control del aprendizaje. Bajo estas consideraciones, cabe mirar el problema docente de Física, que puede ser definido como:

> "[…] la tarea en la que el método para emplear y el resultado son desconocidos por el estudiante a priori, pero el cual, con la ayuda de la lógica deductiva e inductiva, sus conocimientos matemáticos o la actividad experimental y sobre la base de las leyes puede encontrar la respuesta resolutiva" (Sifredo, 2014, citado por Ordóñez-Garrido y Valdivia-Sardiñas, 2015, p. 83).

En los problemas físicos se trabaja con magnitudes interrelacionadas, las cuales conducen a expresiones cuantitativas, aunque las Matemáticas no deben apreciarse sólo como herramientas, sino como una ciencia de la que el físico toma formas de pensamiento, su lógica intrínseca y estrategias (Díaz-Lozada y Ortega-Breto, 2022).

Por otra parte, diversas investigaciones abordan el estudio de la formación y consolidación de actitudes ambientales desde la resolución de problemas (Machín & Torres, 2015; Torres, Yangali & Rojas, 2018). O bien, del enfoque problematizador de las disciplinas de ingeniería, en el que se insisten en los problemas, la viabilidad económica de los procesos y/o su sostenibilidad, desde el punto de vista medioambiental y de seguridad (Sancho et al., 2020).

Vinculada a la resolución de problemas está la formación de conceptos, otro componente del aprendizaje. Por ejemplo, se tiene presente que el concepto de energía tiene una complejidad intrínseca venida desde la escuela, en la que para su enseñanza a los alumnos se hace hincapié en la cotidianidad que tiene este en sus vidas (Prieto, 2017). Sin embargo, aunque el concepto es muy empleado, este va más allá de la Física y alcanza lo filosófico, por lo que no es directamente perceptivo (Martínez y Rivadulla, 2015), obvio o intuitivo. Requiere de una elaboración particular.

Un concepto adquiere sentido en el contexto en que se encuentra y desde los sujetos que lo piensan (Escudero et al., 2016). Allí la resolución de problemas, por su orientación a abordar contextos definidos, facilita el paso del conocimiento abstracto a la aplicación concreta. La construcción del conocimiento conceptual y procedimental mediante esta vía es una elaboración autónoma en la que se aprende a desarrollar el pensamiento (García y Rentería, 2013). Para el éxito del aprendizaje de la energética, la asimilación conceptual debe responder al intento de resolver problemas sobre la energía y su conservación (Doménech et al., 2013). En ese sentido, revela importancia para el caso de las facultades de ingeniería el que los estudiantes aborden la resolución de problemas sobre diseño y caracterización de sistemas energéticos sostenibles (Locatelli, 2022).

La resolución de problemas exige y conlleva a la evolución de diferentes aspectos. Por una parte, favorece el desarrollo de la independencia y la creatividad en el estudiante, elementos necesarios para la acción innovadora (Summo et al., 2016). También refuerza la autorregulación del aprendizaje "entendida como la representación de las propias capacidades y formas de aprender" (Deulofeu-Piquet y Villalonga-Pons, 2018). En relación con las situaciones problemáticas nuevas, llegan a requerirse nuevos significados, para lo que resulta provechoso aprender a utilizar información de modo instrumental-conceptual (Escudero et al., 2014), con lo que se pueden elaborar esos nuevos elementos semánticos que se integran en la capacidad resolutiva. A su vez, la educación científica de hoy, en aras de la sostenibilidad, demanda un enfoque interdisciplinario, transdisciplinario y sistémico complejo (Montuori, 2022).

Se puede considerar la resolución de problemas como "[…] objeto y a la vez contenido de la enseñanza" (Concepción & Rodríguez, 2005, p. 134) y para la enseñanza de la Física Universitaria "[…] es objetivo temático, de asignatura y disciplina" (Pino & Filenko, 2017, p. 83). En la formación del ingeniero, el propio contenido de la Física facilita tanto al método resolutivo como la inclusión de la sostenibilidad. Para las profesiones ingenieriles, la resolución creativa debe acompañarse con el desarrollo de la capacidad o la competencia de poder identificar distintos enfoques a los problemas, con la finalidad de precisar diversas soluciones y seleccionar la más apropiada (Spositto, Lerch & Mavrommatis, 2017).

Los modelos de resolución de problemas reflejados en la literatura parten de los trabajos de Polya para el aprendizaje resolutivo de problemas matemáticos, cuyo esquema publicado en 1958 data de 1945. Estos resultan aplicables al aprendizaje de resolución de problemas físicos (González, 2010), los cuales introducen la combinación de una realidad interpretada por el estudiante y un modelo matemático previo o por elaborar, ya que existe una relación directa entre el problema bien formalizado matemáticamente y el problema físico real (Mariño, Hernández y Prada, 2021), lo que supone modelar la situación o hecho.

En la resolución de problemas se asumen las cuatro etapas propuestas por Polya: comprensión de este, elaboración de propuesta de resolución, ejecución de la propuesta y comprobación. Para la resolución de problemas físicos desde el pensamiento matemático Díaz-Lozada & Ortega–Breto (2022), las identifican como: 1. comprender el problema; 2. Hacer el plan de solución; 3. Ejecutar el plan de solución y 4. Analizar la solución. Ambas formulaciones son tan parecidas, que la segunda parece una versión particularizada de la primera

1.2 La educación de actitudes para la sostenibilidad

En la educación para la sostenibilidad son trascendentes las actitudes y se acepta que "[…] una instrucción efectiva tiene el potencial de mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y aumentar la motivación para aprender ciencias" (Koballa y Glynn, 2007 citado por Arandia et al., 2016, p. 560). De acuerdo con las teorías de la acción razonada de Fishbein y Ajzen y de la acción planeada de Ajzen (Durán et al., 2007), el comportamiento está relacionado directamente con la actitud y aunque estos modelos teóricos absolutizan las variables racionales por sobre las emocionales (Durán at al., 2009), hay diversas experiencias que demuestran la primacía de las variables de Ajzen actitud y control conductual

en cuestiones ambientales y en este sentido una actitud responsable condiciona una conducta pro ambiental (Olivera et al., 2021).

Ives y Kendal (2014) en su modelo de gestión ecológica sobre la base de los valores sociales, establecen una cadena de linealidad mediante niveles cognitivos jerárquicos, que tiene su base en los valores, sobre los que están las creencias, que a su vez determinan las actitudes y la aceptación de normas, las cuales anteceden a las intenciones de comportamiento y estas a la actuación. Resulta discutible esta relación determinística de causalidad predecible, la cual es más compleja ya que intervienen las emociones, no obstante, el establecimiento en el ser humano de una conducta pro ambiental o pro sostenibilidad, solo es posible sobre la base de los valores, creencias y actitudes al respecto.

También han sido propuestos modelos cíclico-espirales, en los que desde el punto de partida de los valores se establecen las creencias, ideas, percepciones y experiencias de naturaleza ambiental, que determinan la actitud, la cual antecede a las expresiones verbales y no verbales y a la conducta, que a su vez retroalimenta y refuerza los valores para luego comenzar otro ciclo de la espiral (Cantú-Martínez, 2020). Estos modelos, como los citados, adolecen de la sobrevaloración de las variables racionales, pero la transición a la sostenibilidad demanda un cambio en el comportamiento humano, por lo que lo más indicado es trabajar sobre la actitud pro ambiental.

La actitud pro ambiental puede ser vista como manifestación de interés y preocupación de un individuo por el medio ambiente (Cantú-Martínez, 2020) y es de provecho en la educación para la sostenibilidad el desarrollar esta. Interesa aquí la actitud ambiental hacia la valoración de la sostenibilidad, la cual es definida como:

> "[…] La disposición motivacional en el accionar con la energía y el ambiente, para responder de modo favorable o desfavorable a la preservación energético-ambiental desde las dimensiones ecológica, social y económica, de un modo compatible con la satisfacción de las necesidades presentes y futuras" (Machín & Torres, 2015, p. 84).

Esta actitud ambiental de valoración de la sostenibilidad se manifiesta en las intenciones de comportamiento, expresiones emocionales y sistema de valoraciones (González-Rey, 1987; Fernández, 2003; Casa et al., 2019). Se acepta la idea acerca de que la evaluación de la sostenibilidad debe tener una función reguladora en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Aznar et al., 2017), relativos a la energía y su uso sostenible, como parte integrante de la resolución de problemas. Además, en el proceso de formación y desarrollo de esta, se observa que los aspectos afectivo-motivacionales y valores precisan de un ejercicio sistemático de evaluación por el estudiante, sobre lo que la sociedad considera positivo, en este caso, la sostenibilidad energética.

Como valor se toma la significación socialmente positiva de los objetos y fenómenos y, por valoración, el reflejo subjetivo en la conciencia humana de lo primero, en una interrelación dialéctica (Fabelo, 2011). Una vía del individuo para manifestar sus actitudes y valores es la expresión verbal, la cual facilita su evaluación, en este caso, hacia la sostenibilidad energética; lo hace al enunciar estas formaciones psicológicas en términos de sus valoraciones, emociones y comportamientos (González-Rey, 1987). Los valores inciden en la toma de decisiones que definen comportamientos. Respecto a los valores, estos se manifiestan en dos clases desde los tiempos de Dewey: morales y factuales (de Oliveira-Martins et al., 2020).

Se puede favorecer la formación de actitudes y valores con el empleo del método explosivo valorativo, el cual consiste en el desarrollo de situaciones educativas que sorprendan, impacten y preocupen al estudiante, de manera que se cree en él un estado psíquico de desafío cognitivo y desestabilización actitudinal (Domínguez et al., 2020), lo que facilita para él la integración de los

contenidos, en este caso energético-ambientales, y la posterior estabilización de las actitudes y consolidación de los valores.

La practicidad de los estudios de actitudes radica en el uso de experiencias concretas a las que remitirse, tal como con la actitud ambiental responsable (Olivera et al., 2021), medida para estudiantes universitarios junto con la conducta. Lo más usual para investigaciones como estas son los métodos de escalamiento y en particular el de Likert (Casa et al., 2019), que se aplica mediante la evaluación del grado de identificación o rechazo del sujeto a cada una de las proposiciones, afirmaciones o ítems que le son presentados en los Test, los cuales se tabulan y llevan a escalogramas (Bisquerra y Pérez-Escoda, 2015).

Las variables contextuales, valores, actitudes y creencias tienen una influencia determinante en la preocupación y conducta ambiental (Fuentealba y Soto, 2016). La idea de partida es que la actitud está caracterizada por tres atributos: objeto, direccionalidad e intensidad (Rodríguez, 2004). Luego, una vez que la actitud se identifica como objeto de estudio, se necesita reconocer con precisión el grado de aceptación o rechazo en las personas en cuestión.

2. Metodología

Mediante el método lógico-histórico y el estudio evolutivo epistemológico, se analizó la educación para la sostenibilidad en las últimas décadas, así como las tendencias en la formación de ingenieros y en la enseñanza de la Física en cuanto al entrenamiento para la resolución de problemas. Entonces, desde la generalización de experiencias y sobre la base de la integración de conocimientos, se valida en la práctica educativa un procedimiento de resolución de problemas físico-energéticos que incluye la valoración de la sostenibilidad. Luego, mediante el método inductivo se hace una propuesta orientada hacia la formación de la actitud de valoración de la sostenibilidad y el respectivo valor que subyace en la conciencia del estudiante.

3. Resultados y discusión. Problemas físico-energéticos y valoración de sostenibilidad

Basado en la visión y experiencia profesional de los autores, como profesores universitarios de Física, así como en los fundamentos epistemológicos consultados, un problema físico docente es una tarea propuesta al estudiante, la cual puede ser la modelación teórica de una situación física concreta, en la que falta una magnitud (incógnita), o bien, la ejecución de un diseño experimental para hacer una medición indirecta, o la comprobación de una relación cuantitativa de la naturaleza, con respuestas o el método particular a seguir desconocidos para el estudiante. A la solución de la tarea se puede llegar a partir del conocimiento de un método o procedimiento general, del pensamiento lógico-matemático, del conocimiento físico y de la intuición. En dependencia de la complejidad del problema planteado, las respuestas pueden darse de forma inmediata o mediata.

Los problemas físicos para la enseñanza se clasifican de acuerdo con los procesos cognitivos que se verifican y el dominio de conocimientos. Estos pueden ser de naturaleza mecánica, con pérdidas de energía mediante disipación de calor por fricción, vistos como de potencia disipativa. O bien, pueden ser de tipo termodinámico, con transformaciones energéticas expresadas por las 1ra. y 2da. leyes de la Termodinámica (con enfoque entrópico). También están los problemas electromagnéticos sobre la interacción de corrientes eléctricas con campos eléctricos y magnéticos, analizados desde el punto de vista energético, al igual que los relativos a la energía generada mediante la inducción electromagnética, con soluciones tecnológicas para el aumento de potencia y eficiencia en las conversiones electromecánicas y la observancia del comportamiento de sistemas disipativos. Asimismo, se consideran los problemas sobre el empleo de la radiación y el uso de paneles fotovoltaicos para la generación de energía, la absorción de esta por calentadores y del contenido energético de la luz del Sol o, también,

sobre la energética nuclear, relativos a la fisión de núcleos pesados con énfasis en los productos finales generados.

El problema físico-energético orientado hacia la sostenibilidad debe ser modelado de acuerdo con los siguientes parámetros: 1) definición de la función disipativa del sistema; 2) establecimiento de la función que describe la reposición energética; 3) posibilidad de determinar la perdurabilidad sistémica o la función temporal que relaciona el tiempo de vida con la potencia disipativa; y 4) posibilidad de relacionar la perdurabilidad del sistema energético disipativo con las condiciones ambientales (factores disipativos), así como con los cambios. Estos se formulan y plantean direccionados hacia la búsqueda de soluciones sostenibles, por lo que, en las incógnitas, han de estar presentes la perdurabilidad del sistema y la dependencia de esta con los factores ambientales, o bien, el análisis de la adaptabilidad y resiliencia sistémica. Por ejemplo, en la Física I para ingenieros son propuestos problemas como los que siguen:

No.1. Se trata de un caso sencillo en que hay un cuerpo que con velocidad inicial Vo se desplaza por una superficie horizontal de coeficiente de fricción cinética μk. Se quiere hallar la distancia que recorre el cuerpo hasta detenerse, el tiempo que puede estar moviéndose, la rapidez de disipación de energía (potencia disipativa) y los factores ambientales que hacen menos perdurable o sostenible la transformación energética.

No. 2. Se cuenta con un sistema rotatorio con fricción en el que un cuerpo, por ejemplo, un disco macizo con eje, rota y pasa por su centro de masa, perpendicular al plano de rotación y asentado en cojinetes. Desde el conocimiento de la ley de disminución de la velocidad, la masa y las dimensiones del objeto, se ha de calcular la potencia disipativa de las fuerzas de fricción, la perdurabilidad del sistema y la disipación energética no recuperable que se traduce en calor degradado y aumento de entropía.

No. 3. Hay un sistema oscilatorio al que está ligado un pistón en movimiento dentro un cilindro lleno de fluido viscoso, el cual experimenta una fuerza de resistencia f = - bv, o sea, proporcional a la velocidad. Para este sistema se solicita calcular: a) rapidez de disipación energética; b) elongación y frecuencia angular; c) perdurabilidad del sistema. Afectaciones posibles a la sostenibilidad del sistema.

Se empleó un procedimiento resolutivo elaborado desde los propuestos para estudiantes por Concepción y Rodríguez (2005), Machín et al. (2012b) y Machín y Torres (2015) que consta de las etapas siguientes: 1. lectura, interpretación y análisis del problema; 2. generación de estrategias de solución; 3. desarrollo de la estrategia seleccionada y ofrecimiento de resultados; 4. valoración de las consecuencias de la aplicación de la estrategia a la luz de los indicadores de eficiencia energética y de sostenibilidad; 5. evaluación de logros y dificultades durante la ejecución. Las primeras tres etapas y la quinta están presentes en los modelos teóricos de resolución de problemas de Mazarío, (2009) y de Nardín y Yordi, (2009), pero en la cuarta, a diferencia de las propuestas citadas, se introduce la evaluación de los principios e indicadores que dan sostenibilidad a la solución.

Para validar la eficacia del procedimiento en cuanto a la formación de la actitud ambiental de valoración de la sostenibilidad, se utilizó un test de escalamiento tipo Likert (Anexo I) con escala ordinal 1-5, debido a su sencillez para identificar las categorías evaluativas y ya que es el de uso más común (Bisquerra y Pérez-Escoda, 2015; González y Pazmiño, 2015). Hecha la propuesta de ítems, se evaluó la consistencia interna del test mediante el método de alfa de Cronbach (Fig.1), para lo cual se tomó su aplicación al inicio del experimento con el criterio de que un valor $0{,}70 \leq \alpha \leq 0{,}90$ indica un buen rango para tal prueba, que para un valor menor de 0,70 hay poca consistencia interna para los ítems y que para un valor de α mayor de 0,90 esta es dudosa.

La expresión para realizar el cálculo fue $\alpha = (K/K - 1)(1 - \Sigma Vi/Vt)$, en la que K es el número de ítems interrelacionados a los que se le miden la consistencia interna. La sumatoria ΣVi es la suma de todas las

varianzas S2 de cada ítem y Vt=K2S2 es la varianza total. Para examinar la consistencia interna del test y de los ítems, estos se agruparon (Ver Fig. 1) por cada uno de los componentes de la actitud (cognitiva, afectiva y conductual). Por esta vía se desecharon los ítems 7 y 11, los cuales parecieron ambiguos a los encuestados (Anexo I).

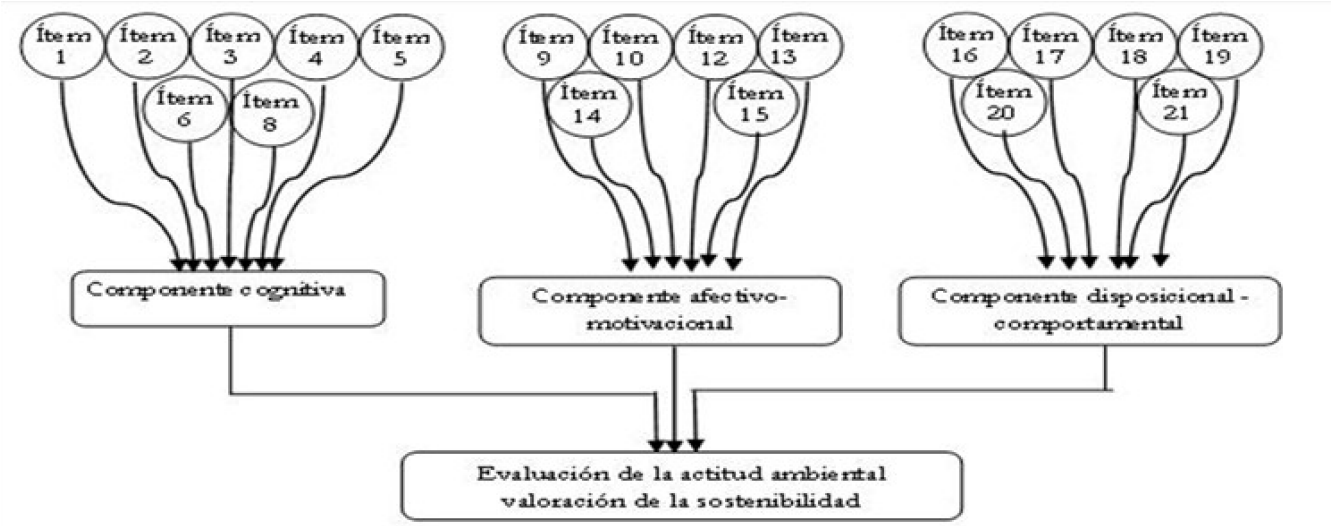


Figura 1: Ítems aceptados por tener la necesaria consistencia interna y cumplir el alfa de Cronbach con los valores establecidos $0{,}70 \leq \alpha \leq 0{,}90$.

3.1. Muestra

Se aplicó el test al inicio del experimento en la asignatura Física I para Ingeniería Mecánica, primer año, segundo semestre, curso escolar 2019 – 2020. Luego se repitió a mediados y en el final de exposición de esta, en los grupos experimental y testigo, ambos de 30 estudiantes. Los resultados de los 19 ítems para cada uno de los alumnos, aplicado tres veces, permitió precisar en tres momentos (inicio, mediados y final) el estado de formación de la actitud ambiental de valoración de la sostenibilidad.

Esta actitud ambiental se midió para cada estudiante de la muestra y se ofreció un valor medio, en la que xi es la evaluación obtenida para cada ítem y n el número de ítems (19). Luego, tomado como valor individual Xi para cada estudiante, este se utilizó para determinar un valor medio para cada uno de los dos grupos, en la que N es el número de estudiantes (30) de las muestras. Se obtuvo además las respectivas desviaciones estándar, varianzas e intervalos de confianza para una distribución normal con nivel de confianza de 95%, curtosis y coeficiente de asimetría. Todo el procesamiento fue realizado con el programa Excel de Microsoft 2010.

La actitud, vista como predisposición favorable o desfavorable hacia un objeto, en este caso de la valoración de la sostenibilidad, se midió en las categorías Muy Favorable (MF), Favorable (F), Aceptable (A), Desfavorable (D) y Muy Desfavorable (MD), que corresponden con cada uno de los cinco valores de la escala de Likert 1- 5. Pero como se determinan valores medios para cada alumno y grupo, se establecieron los rangos: MD. 1,00 -1,79; D. 1,80 – 2,59; A. 2,60 – 3,39; F. 3,40 – 4,19 y MF. 4,20 – 5,00.

Los resultados de evaluación en cuanto a la formación de la actitud ambiental de la valoración de la sostenibilidad para los grupos testigo y experimental en los momentos inicio (I), mediados II y final (III), se ilustran en las Tablas 1 y 2. En ellas se destaca el valor medio para escalas de hasta 5 puntos y los parámetros de dispersión, desviación estándar, varianza e intervalo de confianza para una distribución normal con nivel de confianza 95 %, curtosis y coeficiente de asimetría.

Tabla 1: Resultados de la medición de la actitud valoración de la sostenibilidad. Grupo testigo.

Momentos	Valor medio	Desv. Estándar	Varianza	Int. de confianza	Curtosis	Coef. de Asimetría
Test I	2,82	0,36	0,13	2,68 – 2,94	– 0,25	0,41
Test II	3,26	0,37	0,14	3,13 – 3,39	– 0,43	0,88
Test III	3,67	0,42	0,18	3,52 – 3,82	– 0,72	0,51

Inicialmente (Test I), los resultados de la prueba son casi iguales entre ambos grupos al obtenerse valores evaluativos medios de 2,81 para el grupo testigo y 2,83 para el experimental (Tablas 1 y 2), con desviaciones estándares respectivas de ±0,36 y ±0,42 que se enmarcan en la categoría de Aceptable (A) en la parte más baja del correspondiente rango. En el segundo momento de aplicación del test (Test II), los resultados comienzan a diferenciarse a favor del grupo experimental (Tablas 1 y 2), el cual obtiene una evaluación media de 3,59 con una desviación estándar de ±0,52 que lo ubican en la categoría evaluativa de Favorable (F), mientras que el grupo testigo alcanza una evaluación media de 3,26 con desviación estándar de ±0,37, lo que lo clasifica como Aceptable (A) en el rango superior.

Tabla 2: Resultados de la medición de la actitud ambiental valoración de la sostenibilidad. Grupo experimental.

Momentos	Valor Medio	Desv. Estándar	Varianza	Int. de confianza	Curtosis Coef	Coef. de Asimetría
Test I	2,83	0,42	0,18	2,68 –2,98	– 0,42	0,30
Test II	3,59	0,52	0,27	3,40 –3,78	– 0,87	– 0,02
Test III	4,09	0,57	0,32	3,89 –4,29	– 1,03	– 0,07

Al finalizar la asignatura (Test III), el grupo experimental alcanza la evaluación de 4,09 (parte superior del rango que le corresponde a la categoría de favorable) con desviación estándar de ± 0,57, mientras el grupo testigo queda en la categoría evaluativa de favorable en la parte inferior del rango, con el valor de 3,67 y desviación estándar de ±0,42 (Ver Tablas I y II). Estas también muestran desde una comparación, la evolución de los resultados obtenidos en cuanto a valores medios en la evaluación de la actitud ambiental hacia la valoración de la sostenibilidad en la que se denota una acentuación de su crecimiento en el grupo experimental. Como tendencia, se manifiesta que el ejercicio sistemático de valoración de la sostenibilidad favorece el desarrollo de la actitud ambiental hacia este objeto. Por lo tanto, puede decirse que, el conocimiento y el entrenamiento sistemático evaluación de la sostenibilidad, favorece el desarrollo de esta actitud ambiental.

Se expresa en la Fig. 2 la evolución de los resultados de la medición de la actitud ambiental de valoración de la sostenibilidad, mediante una representación gráfica de barras comparativas. Se aprecia allí que el grupo experimental (rojo), que cuenta con el conocimiento y recibe un entrenamiento sistemático de evaluación de la sostenibilidad de las soluciones a los problemas físico-energéticos, avanza más rápido en la formación de la citada actitud ambiental.



Figura 2. evolución de la actitud ambiental valoración de la sostenibilidad. **Fuente**: Los autores.

Se piensa que esto se debe a que, mientras el grupo testigo (azul) básicamente se queda en el trabajo sobre el componente cognitivo-actitudinal, el experimental, además del conocimiento adquirido en clase, es entrenado para propiciar en sus estudiantes el desarrollo de los componentes afectivos motivacionales, así como los disposicionales comportamentales.

Conclusiones

Fueron precisados en el estudio epistémico, los fundamentos científicos de carácter didáctico y psicológico de la actitud ambiental valoración de la sostenibilidad en el estudiante de ingeniería, para su asimilación mediante el entrenamiento sistemático desde la resolución de problemas físico-energéticos. Además, se esclarecieron las limitaciones teóricas existentes en la educación de actitudes ambientales hacia la evaluación de la sostenibilidad y la necesidad de desarrollar nuevas herramientas didáctico metodológicas con tal finalidad.

La investigación deja establecido que, el entrenamiento sistemático en la valoración de la sostenibilidad para la resolución de problemas físico-energéticos potencia la formación y desarrollo de predisposiciones favorables hacia la evaluación de esta para sistemas energéticos. Ello se constituye en un objeto de actitud, que es potencialmente desarrollable mediante el aprendizaje, si el estudiante es entrenado en la búsqueda de las soluciones más sostenibles.

También, se concluye que al modificar las estrategias de las cuatro etapas para la resolución de problemas e incluir un quinto paso para los físico-energéticos, la evaluación de la sostenibilidad de las posibles soluciones, se favorece la formación de la actitud ambiental valoración de la sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

Aginako, Z.; Artano, K.; Garmendía, M.; Guraya, T.; Martínez-Blanco, P & Bergoña Peña-Lang, M. (2022). "What do tehachers think about sustaibnability at engineering degrees? A new instruments to know it". IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tunis, Tunisia, 1678-1682. https://dx.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766382

Álvarez-Pérez, M & Cruz-Ramírez, M. (2023, en imprenta). La estructuración del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática sobre la base de problemas. En: Col. Aut., Metodología de la Enseñanza de la Matemática (tomo 2). Pueblo y Educación.

Arandia, E.; Zuza, K. M. & Guisasola, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (3), 558-573. http://dx.doi.org/10498/18497

Aznar, P.; Ull, M. A.; Martínez, M. P. & Piñero, A. (2017). Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la sostenibilidad. Enseñanza de las Ciencias, 35 (1), 5-27. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2112

Casa, M.; Cusi, L.& Vilca, L. (2019). Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios. Rev. Innova Educ. Vol. 1 Núm. 3, 391-399. https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.011

Barkin, D.; Fuente, M. E. & Tagle, D. (2012). La significación de una Economía Ecológica radical. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 19, 01-14.

Bisquerra, R.& Pérez-Escoda, N. (2015). ¿Pueden las escalas Likert aumentar en sensibilidad? REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 8 (2), 129-147. http://dx.doi.org/10.1344/reire2015.8.2828"0.1344/reire2015.8.2828

Buteler, l. & Coleoni, E. (2012). El conocimiento físico intuitivo, la resolución de problemas en Física y el lugar de las ecuaciones matemáticas. Investigações em Ensino de Ciências,17 (2), 435-452.

Cantú-Martínez, P. C. (2020). Actitudes proambientales en jóvenes universitarios. Ciencia y Educación, 4(2), 67-74. https://doi.org/10.22206/cyed.2020.v4i2.pp67-74

Ceccato de Lima, L.; Costa-Pissetti, S. L. & de Farias-Vaz, M. A. (2019). Educação Ambiental: processo de ambientalização de universidades catarinenses. Interfaces Científicas. Aracaju, V.7, N.3, 197-210: https://dx.doi.org/10.17564/2316-3828.2019v7n3p197-210

Concepción, M. R.; Rodríguez, F. (2005). Rol del profesor y sus estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje. Ediciones Holguín.

Concepción, M. R.; Rodríguez, F.; Cleger, S. & Suárez, J. P. (2012). Educación para la sostenibilidad en docencia de ingeniería. Revista Iberoamericana de Educación. No. 59/2, pp. 1-16.

Cruz-Ramírez, M.; Álvarez-Pérez, M. M. & González-Hernández, N. (2021). Enfoque heurístico en el planteo de un problema geométrico. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Sección 2/ Propuestas para la enseñanza de las Matemáticas. Vol. 34, Nro. 2., 93-104.

Da Riva, P. B. & Obara, A. T, (2018). Percepção Ambiental de alunos do curso de Engenharia Elétrica: um diálogo sobre a ambientalização curricular. Vivências. Vol. 14, N.27: p. 209-222, Outubro

de Oliveira Martins, T.; Rodrigues-Sales, D. & Reis-Neto, M. T. (2020). A Influência dos Valores e Crenças no Comportamento Humano. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 6, n. 1, p. 2698-2711. https://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n1-195

Deulofeu-Piquet, J. & Villalonga-Pons, J. (2018). Resolución de problemas y regulación del aprendizaje. Educatio Siglo XXI, Vol. 36 nº 3. 153-176. http://dx.doi.org/10.6018/j/349951

Díaz-Duque, J. A. (2015). La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de la Ingeniería en Cuba. Foro de Educación, 13 (19), 241-262: http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.011

Díaz-Lozada, J. A. & Ortega-Breto, J. (2022). La resolución de problemas de Física y el pensamiento matemático en la formación de ingenieros. Referencia Pedagógica. Vol. 10, No.2. mayo-agosto, 308-322

Doménech, J. L.; Limiñana, R. & Menargues, A. (2013). La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. Enseñanza de las Ciencias 31 (3), 103-119.

Domínguez, Z.; Reyes, P. I. & Morales, D. (2020). La educación energética favorecida desde el método explosivo valorativo. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad Vol. 3 No. 1., enero-junio, 82-91: https://doi.org/10.46380/rias.v3i1.76

Duarte, J. J. & Valbuena, É. O. (2017). Rasgos epistemológicos de la educación ambiental que presentan implicaciones para su enseñanza. Bio-grafía, 10 (19), 630–640. https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7159

Durán, M.; Alzate M.; López W. & Sabucedo J. M. (2007). Emociones y comportamiento pro-ambiental. Revista Latinoamericana de Psicología. 39 (2), 287-296.

Durán, M.; Alzate, M. & Sabucedo, J. M. (2009). La influencia de la norma personal y la Teoría de la Conducta de la Acción Planificada en la Separación de Residuos. Medio Ambiente y Comportamiento Humano, 10 (1 y 2), 27-39.

Escudero, C.; Jaime, E. A. & González, S. B. (2014). Un estudio sobre ideas variacionales a través de la resolución de problemas. El caso de la intensidad sonora. Enseñanza de la Física. 26, No. Extra. Dic., 109-119.

Escudero, C.; Jaime, E. A. & González, S. B. (2016). Hacia la conciencia cuántica a partir del efecto fotoeléctrico. Revista Enseñanza de las Ciencias, 34, (3), 183-200: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1998

Espinoza, J. (2017). La resolución y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemática. Atenas, Vol. 3, No.39, 64-79. http://atenas.mes.edu.cu/

Fabelo, J. R. (2011). Los valores y sus desafíos actuales. Editorial José Martí. La Habana

Feinstein, N. W. & Kirchgasler, K. L. (2015). Sustainability in Science Education? How the Next Generation Science Standards Approach Sustainability and Why It Matters. Sciennce Education, 99 (1), 121-144. http://dx.doi.org/10.1002/sce.21137"0.1002/sce.21137

Fernández, L. (2003). La personalidad. Algunos presupuestos para su estudio, 7-21. Castellanos, R (Coord.). Psicología. Selección de Textos. Ed. F. Varela.

Freund, K.; Muñoz, J. & Cevallos, A. (2019). "Los aspectos y principios básicos de la química verde, la ingeniería sostenible, la sostenibilidad y la economía circular. Carácter, 7(1), 39–51. https://doi.org/10.35936/caracter.v7i1.56

Fuentealba, M. & Soto, L. (2016). Valoración actitudinal frente a temas ambientales Revista Luna Azul, núm. 43, julio-diciembre, 448-467. http://dx.doi.org/10.17151/luaz.2016.43.19

García, J. & Rentería, E. (2013). Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica. Revista Científica Guillermo de Ockham. 11 (2), 117-134

García-López, J. (2016). El impacto de la publicidad en la crisis socioecológica. Opción, Año 32, No. Especial 11, 588-611

Gómez, J. I.; Romero, Y. J. & Asunción, S. N. (2022). Estrategias basadas en el enfoque ambiental en el desarrollo de actitudes ambientales en estudiantes del nivel secundaria, Virú – 2021. Pol. Con. (Edición núm. 70) Vol. 7, No 12, pp. 1164-1180. https://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i8

González, F. (2009). Algunas técnicas para desarrollar el talento en los cursos de Física. Primera parte. Pedagogía Universitaria, 14 (5), 69-96

González, F. (2010). Algunas técnicas para desarrollar el talento en los cursos de Física. Segunda parte: Relativas al método. Pedagogía Universitaria. 15 (1), 58-76. Luz, 22(3), 174-187, julio-septiembre, Edición 96. III Época.

González, J. & Pazmiño, M. (2015): Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. Revista Publicando 2 (1), 62-67

González-Rey, F. (1987). La categoría actitud en la Psicología. Revista Cubana de Psicología, 4 (1), 47-59.

Ives, C. & Kendal, D. (2014). The role of social values in the management of ecological systems. Journal of Environmental Management, 144 (1), 67-72. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.013

Jaula-Botet, C. A.; Márquez-Delgado, L. H.; Ferragut-Reinoso, E. & Casas-Vilardell, M. (2018). La Universidad Contemporánea ante la encrucijada de la Sostenibilidad. R. bras. Planej. Desenv. Curitiba, v. 7, n. 5, 714-731, Edição Especial Desenvolvimento Sustentável Brasil/Cuba, out. 2018.. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd

Locatelli, G. (2022). Teaching sustainable energysystems to engineering students. In InternationaL JournaL of Innovation and Sustainable Development, Vol. 16 (1), 1-21. https://dx.doi.org/10.1504IJISD.2022.119233

López, B. (2022) How Higher Education Promotes the Integrationof Sustainable Development Goals—An Experience in the Postgraduate Curricula. Sustainability 2022, 14, 2271. https://doi.org/10.3390/su14042271

Machín-Armas, F. O. (2022). Ciencia de la sostenibilidad: construcción de un paradigma salvacionista (ePub). Editorial Universitaria Cuba. http://edunivlms.reduniv.edu.cu/items/show/33906

Machín, F. O.; Céspedes, S. G.; Riverón, A. N. & Fernández, E. (2017). Sostenibilidad, ingeniería y enseñanza de las ciencias básicas. Marco teórico conceptual. Revista Iberoamericana de Educación, vol. 73, enero-abril, 179-202. http://dx.doi.org/10.35362/rie730298

Machín, F. O.; Concepción, M. R.; Rodríguez, F. & Riverón, A. N. (2012a). La sostenibilidad como enfoque para la formación de los ingenieros en el siglo XXI, Pedagogía Universitaria, 17 (2), 71-90.

Machín, F. O.; Concepción, M. R.; Torres, R. M. & Rodríguez, F. (2012b). "La formación de actitudes ambientales hacia la sostenibilidad electroenergética en la carrera de Ingeniería Mecánica". Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Cuba

Machín, F. O; Hechavarría, J. R.; de Moraes, M. de F; Madruga, A. G.; Navas, E.; Sarmiento, Y.; Rivera, M. & Fernández, E. (2021). Ambientalização curricular no contexto amazônico do Centro de Estudos Superiores de Tefé. Brazilian Journal of Development. Vol. 7. Nro. 5, 49315-49334. https://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n5-368

Machín, F. O. & Torres, R. M. (2015). Enfoque de sostenibilidad para el problema profesional electroenergético en las Carreras de Ingeniería. Congreso Universidad 4 (3), 79-94

Mariño, L. F.; Hernández, C. A. & Prada, R. (2021). Explorando relaciones entre la resolución de problemas de Física y Matemática. Un estudio caso. Revista-Boletín REDIPE 1 0 (1 0): 2 2 - 3 2 – Octubre.

Mariño, L. F.; Hernández, R. V. & Useche, V. J. (2021). Caracterizando la resolución de problemas de Física desde el Álgebra Lineal y estudiantes de Ingeniería. Revista Boletín REDIPE 1 0 (1 2): 5 7 7 - 5 8 4 – Diciembre

Martínez, C. & Rivadulla, J. C. (2015). ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? Una propuesta para discutir. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, (79), 17-24.

Mazarío, I. (2009). La resolución de problemas. Un reto para la educación contemporánea. En estrategias de aprendizaje en la nueva universidad, 19 pág. Editorial Universitaria. La Habana. Recuperado de: http://bives.mes.edu.cu/.

Méndez, D. (2014). Influencia de la inteligencia y la metodología de enseñanza en la resolución de problemas de Física. Perfiles Educativos, 24 (146), 30-44.

Miñano-Rubio, R.; Uribe, D., Moreno, A & Yáñez, S. (2019). "Embedding Sustainability Competences into Engineering Education. The Case of Informatics Engineering and Industrial Engineering Degree Programs at Spanish Universities". Sustainability, 11, 5832; http://dx.doi.org/10.3390/su1120583

Montuori, A. (2022). Integrative Transdisciplinarity: Explorations and Exp eriments in Creative Scholarship. TJES 2022, Vol. SP-3, pp. 111-128; https://doi.org/10.22545/2022/00209

Nardín, A.; Yordi, I. (2009). Comprobar, como parte de la resolución de problemas matemáticos. Revista Pedagogía Universitaria. 14 (5), 45-51

O'Byrne, D.; Dripps, W. & Nicholas, K. A. (2015). Teaching and learning sustainability: An assessment of the curriculum content and structure of sustainability degree programs in higher education. Sustain Sci. (10), 43–59. http://dx.doi.org/10.1007/s11625-014-0251-y

Olivera, E.; Pulido, V. & Yupanqui, D, (2021). Conducta y actitud ambiental responsable en estudiantes universitarios en Lima, Perú. Revista de Investigación Apuntes Universitarios: 11(1),123 – 139. https://doi.org/10.17162/au.v11i1.559

Ordóñez-Garrido, C. E. & Valdivia-Sardiñas, M. de los Á. 2015. Resolución de problemas de física empleando conceptos y procedimientos del análisis matemático. Atenas, vol. 2, núm. 30, abril-junio, 2015, pp. 78-91. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478047206006

Ozis, F.; Lynn, S.; Parks, I.; Sills, D. L.; Akca M. & Kirby, CH. (2022). Teaching sustainability: does style matter? International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 23 No. 8, 194-210. Emerald Publishing Limited, 1467-6370: http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-09-2021-0392

Padilla, A. & Figueroa, E. (2021). La educación científico-tecnológica. Su aplicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje de carreras pedagógicas. Revista Mapa, 3 (22), 37-50, 2021. Recuperado de http://revistamapa.org/index,php/es

Pérez, G. & González, L. M. (2020). Una posible definición de metacognición para la enseñanza de las ciencias. Investigações em Ensino de Ciências – V 25 (1), 384-404. https://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p384

Persson-Fischer, U. & Liu, S. (2021). What Is Interdisciplinarity in the Study of Sustainable Destination Development? Sustainability, 13, 3639. https://doi.org/10.3390/su13073639

Pino, M. G. & Filenko, M. (2017). El diseño curricular del curso optativo: la enseñanza de la resolución de los problemas físicos-docentes. Atenas, Vol. 3, No. 39, 80 – 94. http://atenas.mes.edu.cu/

Prieto, L. F. (2017). Aproximaciones al concepto de energía: implicaciones para su enseñanza. Revista Científica. Edición Especial. Bogotá. Enero de 2017. http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a7

Rodríguez, A. (2004). Estudios de las actitudes, 225 – 241. En Casales, J. C. (Coord.). Psicología Social. Editorial Félix Varela. La Habana

Rodríguez, S. L.; Alfonso, M.; Rondón, A. J. & Jardines, S. B. (2017). La sostenibilidad agroecológica en los planes de estudio de la carrera de Agronomía. Atenas, Vol. 3, No. 39, 128 - 138. http://atenas.mes.edu.cu/

Rosales-Torres C.; Gijón-Rivera, C.; Garay-Rondero, C.L.; Castillo-Paz, Á. & Domínguez-Ramírez, G. (2022). Design, Experimentation and Statistical Validation of a Methodology to Solve Complex Engineering Problems in Higher Education. Sustainability, 14, 2240. https://doi.org/10.3390/su14042240

Sancho, M.; García-Fayos B.; García-Castelló, E. M.; Martí-Calatayud, M. C.; Rodríguez-López, A. D.; Bes-Pia, A.; Mendoza-Roca, J. A. & Santafé-Moros, A. (2020). Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en una asignatura del Máster Universitario de Ingeniería Industrial: propuesta metodológica y de evaluación. Congreso In-Red 2020UPV, 16 y 17 de julio de 2020: http://dx.doi.org/10.4995/INRED2020.1212004

Sepúlveda, J. D. (2015). Estado de la investigación sobre educación para el desarrollo sostenible: un análisis cienciométrico de la producción científica en el periodo 2005-2014. Revista Luna Azul, 41, 309-322. http://dx.doi.org/10.17151/luaz.2015.41.17"10.17151/luaz.2015.41.17

Spositto, O. M.; Lerch, C. J.; Mavrommatis, H. (2017). Desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes de ingeniería: Conceptos básicos. 1er. Congreso Latinoamericano de Ingeniería. Entre Ríos, Argentina, 13-15, sept., 2017

Summo, V.; Stéphani, S. & Téllez, B. A. (2016). Creatividad: eje de la educación del siglo XXI. Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES), México, UNAM - IISUE /Universia, 7 (18), 83-98

Torres, CH. L.; Yangali, H. A. C. & Rojas, Á. E. (2018). Influencia del aprendizaje basado en problemas en la actitud ambiental de los estudiantes de la Institución Educativa "José Carlos Mariategui". Pampachacra – Huancavelica. Horizonte de la Ciencia 8 (15) jul-dic, pp. 109 - 120. https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2018.15.457

Anexo I: Test de Likert para la medición de actitudes

Exprese al marcar con X cuan favorable o desfavorable es su identificación con cada una de las afirmaciones que se exponen en los 21 ítems que se ofrecen en el Test, que trata sobre la energía y su desarrollo sostenible. Las categorías son: Muy Favorable (MF), Favorable (F), aceptable (A), Desfavorable (D) y Muy Desfavorable (MD).

No	Ítems	MF	F	A	D	MD
01	Todos los sistemas existentes son estructuras disipativas.					
02	Con la disipación energética va la exportación de entropía.					
03	El crecimiento entrópico se asocia al aumento del desorden del sistema ambiental.					
04	El calentamiento global es una manifestación de crecimiento entrópico y desordenamiento de los sistemas naturales.					
05	La evolución natural de los ecosistemas se asocia a las transformaciones energéticas de la radiación solar.					
06	Los sistemas socio ecológicos disipan una energía adicional sobre la solar al medio ambiente.					
07	Tiene el calentamiento global entre sus causas la generación energética mediante la quema de combustibles fósiles.					
08	Las energías renovables no aceleran el crecimiento entrópico ni el calentamiento global.					
09	Me identifico plenamente con el problema energético-ambiental y reconozco su importancia.					
10	Acepto como decisivo el consumo energético para el progreso y bienestar de todos los seres humanos.					
11	Aprecio en la energía, su ahorro y uso sostenible un problema de actualidad y significativa importancia.					
12	Valoro como importantes las dimensiones ambiental, social y económica que tiene el empleo de la energía para los seres humanos.					
13	El derecho al acceso por igual a la energía debe ser un derecho humano fundamental.					
14	Me resultan motivantes y de interés los estudios sobre fuentes renovables de energía.					
15	Aprecio la búsqueda de la eficiencia energética como una labor interesante y motivante para el ingeniero.					
16	Tengo una favorable disposición para contribuir como futuro ingeniero en el logro de la sostenibilidad energética.					

17	Favorecer la economía energética es potenciar la sostenibilidad en el empleo de la energía.					
18	Sustituir el carbón, petróleo y gas por fuentes energéticas renovables siempre que sea posible, debe estar como ideal en la conducta del ingeniero.					
19	Hacer más sostenible a un sistema energético es hacerlo más perdurable en el tiempo.					
20	Potenciar la resiliencia o capacidad de recuperación de un sistema socio ecológico socio productivo ante los cambios, es labor del ingeniero.					
21	Desde la profesión de ingeniería se puede potenciar la utilización de los métodos de producciones más limpias en la generación y consumo energético.					

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.21349

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COM A TEMÁTICA ÁGUA PARA ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE WITH THE THEME OF WATER FOR STUDENTS IN THE 6TH GRADE OF ELEMENTARY EDUCATION

SECUENCIA DIDÁCTICA INVESTIGATIVA SOBRE EL TEMA DEL AGUA PARA ESTUDIANTES DE SEXTO GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Daiana Genevro Pinheiro Magni*, Marcelo Franco Leão**

Magni, D. G. P., Leão, M. F. (2025). Sequência didática investigativa com a temática água para estudantes do 6º ano do ensino fundamental. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 216-237. https://doi.org/10.14483/23464712.21349

Resumo

Na contemporaneidade, a sociedade se depara com uma série de desafios ambientais e as instituições educacionais têm a tarefa de fomentar ações e criar sensibilização por meio de suas abordagens pedagógicas. Este artigo aborda uma seção da dissertação, com o objetivo principal de apresentar práticas de Ciências e Matemática inseridas em duas etapas de sequência didática investigativa sobre a temática água com a metodologia ativa problematização com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Canarana, Mato Grosso. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e envolveu a participação de 19 estudantes do Ensino Fundamental. A análise dos dados foi conduzida por meio da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016). A primeira etapa da sequência didática investigativa abordou a "quantidade de água no planeta", com a problematização inicial, leitura do texto em semicírculo, elaboração de gráficos dos recursos hídricos em cartazes em grupo e apresentação de seminário. A segunda etapa concentrou-se no tema "água e o processo de tratamento para torná-la potável". A etapa começou com uma problematização inicial e incluiu a análise de um fluxograma do tratamento da água, apresentação de fotos das etapas do tratamento no município, palestras e a confecção de uma maquete sobre o processo de tratamento da água. As etapas da sequência didática permitiram envolver os estudantes nos componentes curriculares de Ciências e Matemática, promovendo debates críticos sobre a relevância da água, sua distribuição e os problemas

Recibido: 05 de octubre de 2023, aceptado: 19 de febrero de 2025

* Mestra em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnología de Mato Grosso (IFMT), Brasil, daianagenevro@gmail.com - ORCID https://orcid.org/0000-0002-0455-8795

** Doutor em Educação e Ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnología de Mato Grosso (IFMT). Brasil. marcelo.leao@cfs.ifmt.edu.br - ORCID https://orcid.org/0000-0002-9184-916X

relacionados ao acesso e disponibilidade com uma abordagem interdisciplinar para ajudar os estudantes a compreenderem a complexidade do tema.

Palavras-Chave: Interdisciplinaridade no ensino; Integração de conhecimento; Sequência didática; Educação primária.

Resumen

En la época contemporánea, la sociedad se enfrenta a una serie de desafíos ambientales y las instituciones educativas tienen la tarea de promover acciones y crear conciencia a través de sus enfoques pedagógicos. Este artículo aborda una sección de la disertación, con el objetivo principal de presentar prácticas de Ciencias y Matemáticas insertas en dos etapas de una secuencia didáctica investigativa sobre la temática del agua con la metodología de problematización activa con alumnos de 6º año de la enseñanza fundamental de una escuela pública de Canarana, Mato Grosso. La investigación adoptó un enfoque cualitativo y contó con la participación de 19 estudiantes de educación primaria. El análisis de datos se realizó utilizando el análisis de contenido propuesto por Bardin (2016). La primera etapa de la secuencia didáctica investigativa abordó la "cantidad de agua en el planeta", con la problematización inicial, lectura del texto en semicírculo, elaboración de gráficos de los recursos hídricos en carteles en grupo y presentación de un seminario. La segunda etapa se centró en el tema "El agua y el proceso de tratamiento para hacerla potable". La etapa se inició con una problematización inicial e incluyó el análisis de un diagrama de flujo de tratamiento de agua, presentación de fotografías de las etapas de tratamiento en el municipio, conferencias y la creación de una maqueta del proceso de tratamiento de agua. Las etapas de la secuencia didáctica permitieron involucrar a los estudiantes en los componentes curriculares de Ciencias y Matemáticas, promoviendo debates críticos sobre la relevancia del agua, su distribución y los problemas relacionados con el acceso y disponibilidad con un enfoque interdisciplinario que ayude a los estudiantes a comprender la complejidad del tema.

Palavras-Chave: Interdisciplinariedad en la enseñanza; Integración de conocimientos; Secuencia didáctica; Educación primaria.

Abstract

In contemporary times, society faces a series of environmental challenges, and educational institutions have the task of promoting actions and raising awareness through their pedagogical approaches. This article addresses a section of the dissertation, with the main objective of presenting Science and Mathematics practices inserted in two stages of an investigative didactic sequence on the theme of water using the active problematization methodology with 6th grade elementary school students from a public school in Canarana, Mato Grosso. The research adopts a qualitative approach and involved the participation of 19 elementary school students. Data analysis was conducted using the Content Analysis proposed by Bardin (2016). The first stage of the investigative didactic sequence addressed the "quantity of water on the planet", with the initial problematization, reading of the text in a semicircle, elaboration of graphs of water resources on posters in a group and presentation of a

seminar. The second stage focused on the theme "water and the treatment process to make it drinkable". The stage began with an initial problematization and included the analysis of a water treatment flowchart, presentation of photos of the treatment stages in the municipality, lectures and the creation of a model of the water treatment process. The stages of the didactic sequence allowed students to be involved in the curricular components of Science and Mathematics, promoting critical debates on the relevance of water, its distribution and the problems related to access and availability with an interdisciplinary approach to help students understand the complexity of the topic.

Keywords: Interdisciplinarity in teaching; Integration of knowledge; Didactic sequence; Primary education.

1. Introdução

De acordo com Morin (1997), a sala de aula é um ambiente complexo, devido à ampla gama de experiências, emoções, culturas e sentimentos presentes, o que resulta em uma diversidade significativa. No entanto, a organização curricular fragmentada adotada pela escola, impede uma compreensão abrangente dessa diversidade. Isso ocorre devido à falta de integração entre os Componentes Curriculares, que dificulta a adoção de uma perspectiva global que favoreça a melhoria da aprendizagem.

Além disso, o ensino de Ciências Naturais enfrenta desafios significativos no processo educacional. Isso abrange uma variedade de questões, como a falta de motivação dos estudantes para aprender, o superlotamento das salas de aula, a escassez de recursos pedagógicos e a infraestrutura escolar inadequada (Santos; Mortimer, 2001). Percebe-se, portanto, que esses desafios existem há muitos anos.

O propósito central da escola é a melhoria contínua do processo de ensino e de aprendizagem. No entanto, conforme apontado por Rosa (2010), lacunas no processo de aprendizagem podem comprometer esse objetivo. Essa situação ocorre, em grande parte, devido à aplicação de métodos tradicionais na sala de aula, que resulta na falta de motivação dos estudantes. Assim, a abordagem educacional tradicional, predominante nas escolas brasileiras frequentemente dificulta o engajamento dos estudantes e a construção de um aprendizado significativo.

Assim, é possível e recomendável que o ensino de Ciências comece por meio de atividades desafiadoras e investigativas, e que sejam capazes de estabelecer ligações e integração entre diversas áreas e aspectos da nossa vida e proporcionando aos estudantes a oportunidade de reconhecer com as ciências estão interligadas com suas experiências diárias (Sasseron; Carvalho, 2011).

A própria estrutura educacional vigente no Brasil separa os Componentes Curriculares, restringindo a interação entre as diferentes áreas do conhecimento e afastando os estudantes da oportunidade de construir uma compreensão científica mais abrangente. Como resultado, o sistema educacional pode fazer com que os estudantes se sintam impotentes em relação aos seus esforços e trabalhos, ao mesmo tempo em que frustra tanto os pais quanto os professores.

Conforme Andrade e Andrade (2022), a abordagem interdisciplinar promove a integração entre diferentes componentes curriculares por meio de um projeto estruturado com um objetivo comum, baseado em um planejamento colaborativo e interconectado. Durante as etapas de planejamento e execução, os campos do conhecimento compartilham saberes, ampliam as oportunidades de aprendizagem e diversificam as metodologias de ensino. Como resultado, desenvolve-se um conhecimento mais coeso, dinâmico e menos fragmentado.

Dessa forma, a abordagem interdisciplinar na educação amplia as oportunidades de aprendizado ao proporcionar uma visão mais integrada do conhecimento, em vez de uma perspectiva fragmentada. Além disso, essa abordagem estimula a participação ativa dos estudantes também fora da sala de aula e pode promover uma mentalidade crítica e o desenvolvimento da capacidade de expressar suas próprias perspectivas e opiniões.

A presente pesquisa é um recorte de uma dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino (PPGEn) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). O estudo abrange duas etapas de uma Sequência Didática Interdisciplinar, aplicada na Escola Estadual Norberto Schwantes, localizada na Rua Palmeira das Missões, nº 543, no Bairro Nova Canarana, na cidade de Canarana, estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do Brasil.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal de apresentar práticas de Ciências e Matemática inseridas em duas etapas de sequência didática investigativa sobre a temática água com a metodologia ativa problematização com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Canarana, Mato Grosso.

2. Marco Teórico

2.1 Concepções sobre ensino por investigação e interdisciplinaridade

O ensino por investigação caracteriza-se como uma abordagem didática que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a explorar, questionar e construir seu próprio conhecimento de maneira ativa. Diferente do ensino tradicional, que se baseia predominantemente na transmissão de conteúdos pelo professor, essa metodologia estimula os estudantes a desenvolverem habilidades como a formulação de hipóteses, a análise crítica de informações e a tomada de decisões fundamentadas em evidências (Sasseron, 2015).

Esse método de ensino é baseado em atividades que estimulam os estudantes a se interessarem pela descoberta e pela participação na resolução de problemas específicos ou discussões temáticas. Isso cria um ambiente onde eles podem formular hipóteses, justificar seus pensamentos e argumentar sobre determinados temas, aspectos cruciais para o processo de aprendizagem e ensino. Segundo Carvalho (2010), uma atividade pode ser considerada uma atividade investigativa quando vai além da manipulação, englobando também reflexões, debates e explicações, características essenciais da investigação científica.

Segundo Scarpa e Campos (2018), quando os estudantes aprofundam seus conhecimentos em aprender ciências, aprender a fazer ciências e aprender sobre ciências, eles desenvolvem maior interesse e engajamento com temas científicos. Carvalho (2013), enfatiza que na abordagem de ensino baseada na investigação coloca os estudantes no centro do seu próprio processo de aprendizagem, pois dá-lhes a oportunidade de usar o conhecimento existente como uma oportunidade para adquirir novos conhecimentos, desenvolver as suas próprias ideias e partilhá-las com os seus pares.

Brito, Brito e Sales (2018) argumentam que as atividades investigativas além de promovem a participação ativa dos estudantes, estimulam a criatividade e o interesse contínuo pelo aprendizado. Esse método permite que os estudantes se envolvam na resolução de problemas, sejam eles experimentais ou teóricos, incentivando a construção do conhecimento de forma autônoma. De acordo com Sasseron (2015), o professor assume um papel essencial como mediador, orientando os estudantes na formulação de perguntas, na condução das investigações e na sistematização do conhecimento. Sua função vai além de simplesmente apresentar informações, ele deve estimular o pensamento crítico, fomentar discussões e auxiliar na construção de conexões entre os conceitos estudados e a realidade dos estudantes.

Sasseron (2015) ainda destaca que outro aspecto essencial é a atenção às relações em desenvolvimento dentro da sala de aula. O ensino por investigação não se baseia apenas na busca por respostas corretas, mas sim no processo de questionamento, argumentação e reconstrução do conhecimento. Dessa forma, o professor assume um papel fundamental ao incentivar a curiosidade, estimular o pensamento crítico e proporcionar um ambiente de aprendizado dinâmico e significativo.

Todavia, observa-se que, com frequência, a prática educacional ainda se baseia na abordagem disciplinar tradicional, com foco no conteúdo, onde o professor é visto como detentor do conhecimento e o estudante como receptor, sem que se dê a devida ênfase à integração do conhecimento (Morin, 1997; Teixeira, 2018). Essa situação não é surpreendente, considerando que o conhecimento tem sido tratado de maneira fragmentada por um longo período.

Segundo Lück (1994), o ensino que assume a responsabilidade social de fomentar a consciência cívica na sociedade, necessita de uma reorganização interna para se alinhar com essa nova consciência em ascensão. Isso ocorre porque o conhecimento não é apenas uma forma de expressão e produção, mas também está fragmentado e permeado por diversas polarizações concorrentes. Esse cenário é marcado pela segmentação dos componentes curriculares, pela desconexão com a realidade concreta e pela falta de humanização, que se manifesta nas alterações de conteúdo.

Uma abordagem para superar essa situação no ensino é considerar metodologias interdisciplinares que priorizem o tema a ser estudado em vez de limitá-lo às fronteiras disciplinares. Japiassú (1976, p.74) argumenta que a interdisciplinaridade se caracteriza "pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa". Para Fazenda (1996), a interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo um ato de troca, de reciprocidade entre os componentes curriculares ou ciências – ou melhor, de áreas do conhecimento.

No contexto educacional da atualidade a interdisciplinaridade tornou-se uma estratégia fundamental para o desenvolvimento integral dos estudantes (Jesus; Guerra; Pereira, 2024). A integração não deve ser apenas uma questão estrutural do currículo, mas também deve ser refletida nas metodologias de ensino adotadas, especialmente aquelas que favorecem o trabalho interdisciplinar. O objetivo é que o currículo escolar contemple conteúdos e estratégias que não apenas preparem os estudantes academicamente, mas também os habilitem a viver de forma ativa e produtiva em sua sociedade (Andrade; Andrade, 2022).

Segundo Bicca (2020), essa abordagem começou a ser introduzida no final dos anos 1960 no Brasil, como evidenciado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) Nº 5.692/71. A partir desse período, a interdisciplinaridade passou a ser incorporada ao contexto educacional do país. No entanto, apesar dos esforços de Ivani Fazenda e Hilton Japiassú nos anos 1970 para difundi-la na sociedade, ela não foi plenamente integrada ao sistema educacional brasileiro naquela época. A compreensão e a aplicação da interdisciplinaridade ganharam maior relevância com a promulgação da nova LDB Nº 9.394/96 e a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

A interdisciplinaridade é um tema que gera amplas discussões no ambiente escolar, possivelmente devido às dificuldades na coordenação do trabalho conjunto entre os professores (Brasil, 1998). Essa questão está alinhada à visão de Fazenda (2002), que destaca que a colaboração em equipe não é facilmente alcançada, mesmo em organizações empresariais, onde ainda se buscam estratégias e métodos para obter resultados eficazes por meio do trabalho coletivo. Diante disso, torna-se evidente que, para alcançar resultados positivos na escola e promover a formação integral dos estudantes, é essencial fomentar a interdisciplinaridade e valorizar o trabalho em equipe, pois ambos são fundamentais para esse processo.

Diante da rápida evolução do mundo contemporâneo, torna-se fundamental que o conhecimento e a capacidade de aprendizado acompanhem essas transformações. Esse cenário exige a superação da

abordagem fragmentada do saber, tradicionalmente delimitada por áreas específicas, em favor de uma perspectiva integrada e global, que articule os diferentes campos do conhecimento (Leis, 2005). Deste modo, a interdisciplinaridade constitui uma abordagem teórico-prática que orienta tanto pesquisadores quanto educadores a analisar fenômenos sob múltiplas perspectivas, reconhecendo a existência de uma ampla rede de conexões entre os diferentes componentes curriculares (Souza et al., 2022).

Para responder às demandas do mundo contemporâneo, é essencial que o conhecimento seja transmitido de forma integrada, evitando a segmentação dos Componentes Curriculares e a abordagem isolada dos conteúdos. Os estudantes devem ter acesso a uma educação que promova uma visão holística do saber, contribuindo para uma formação mais completa. Paralelamente, os professores precisam ampliar sua compreensão sobre os conteúdos que ensinam e buscar motivações para alinhar suas práticas pedagógicas tanto ao contexto educacional quanto às exigências do mercado de trabalho (Freire, 2006).

O professor pode reconhecer e valorizar o conhecimento que a criança, o jovem ou qualquer indivíduo traz consigo para a escola, incluindo aquele adquirido em seu ambiente e por meio de interações sociais. Essa perspectiva reflete a essência da interdisciplinaridade, que se fundamenta na troca de experiências entre diferentes sujeitos e áreas do conhecimento (Linhares, Fazenda e Trindade, 2001).

Assim, a prática interdisciplinar mostra que é fundamental para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem. Visto que contribui para a construção de um conhecimento compartilhado entre professores e, especialmente, para a autonomia dos estudantes. No entanto, isso requer uma abordagem que integre diversidades de informações de diferentes disciplinas, mantendo um objetivo interdisciplinar claro. É essencial destacar o diálogo entre as disciplinas e campos do saber, sem eliminar suas especificidades (Barbosa; Ferreira; Karlo-Gomes, 2024).

Fachini (2013) argumenta que a abordagem interdisciplinar requer tanto uma postura quanto uma metodologia que favoreçam a integração de conteúdos, superando a fragmentação do conhecimento e promovendo uma compreensão mais ampla e conectada. O processo de ensino e aprendizagem deve estar fundamentado na concepção de educação contínua, que se estende por toda a trajetória escolar e transcende os limites da sala de aula, proporcionando uma formação mais abrangente e significativa.

Não existe uma fórmula universal para a interdisciplinaridade, nem mesmo um plano pré-definido, porque sua aplicação exige um constante diálogo com as demandas educacionais e as particularidades da instituição escolar. O verdadeiro caminho para alcançar uma aprendizagem significativa envolve esse diálogo contínuo e a exploração de diversas abordagens, como destacado por Fazenda (2002).

Para que a interdisciplinaridade se concretize de maneira efetiva, não basta apenas reconhecer a necessidade do diálogo entre os componentes curriculares, mas compreender que é essencial, antes de tudo, uma formação específica para a atuação interdisciplinar. Além disso, torna-se imprescindível a criação de espaços coletivos de planejamento e discussão entre os especialistas, garantindo a construção de um ensino articulado e significativo, capaz de promover a integração de conhecimentos e o desenvolvimento de uma aprendizagem mais ampla e contextualizada (Muenchen; Sául, *2020)*.

2.2 Metodologia ativa Problematização

Os anos iniciais do Ensino Fundamental são um período essencial para a formação integral dos estudantes. Oliveira (2002) destaca a importância da bagagem que esses estudantes trazem da Educação Infantil, bem como a necessidade de prepará-los para os anos subsequentes. A abordagem fragmentada da educação, tradicionalmente adotada, não apenas dificulta a aprendizagem, mas também limita o

desenvolvimento da inteligência, a motivação para a resolução de problemas e a criação de conexões entre diferentes fatos e conceitos.

Dessa forma, torna-se fundamental adotar métodos que incentivem o protagonismo dos estudantes. No campo das Ciências Naturais, é imprescindível que o Ensino Fundamental proporcione acesso a uma ampla gama de conhecimentos científicos acumulados ao longo da história, por meio de uma abordagem integradora entre diferentes áreas do saber. Além disso, é essencial que os alunos adquiram, de forma gradual, familiaridade com os processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Vale destacar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que o ensino leve em consideração a realidade dos estudantes, promova a contextualização e se baseie em uma abordagem pedagógica voltada para a pesquisa (BRASIL, 2018).

Segundo Meyers e Jones (1993) e Morán (2015), as metodologias ativas são consideradas como meios de alcançar a aprendizagem significativa. Eles destacam que as abordagens ativas proporcionam oportunidades para os alunos avançarem na reflexão, na integração cognitiva, na generalização e na reconstrução das práticas ao longo de sua jornada educacional. De acordo com Oliveira *et al*. (2017), a abordagem ativa na educação coloca o aprendiz no centro do processo de aprendizado, incentivando a participação ativa e promovendo a criticidade e a reflexão por meio da orientação do professor durante as aulas.

Por sua vez, Ribeiro (2005) destaca que os métodos ativos de aprendizagem tornam o conhecimento mais significativo. Quando os estudantes vivenciam essa abordagem, adquirem maior confiança na tomada de decisões em situações práticas, o que melhora suas relações interpessoais e a expressão oral e escrita. Isso ocorre porque eles desenvolvem um interesse genuíno na resolução de problemas que os desafiam a tomar decisões por conta própria, fortalecendo, assim, sua autonomia no processo de reflexão e ação.

De acordo com Berbel (2012), por meio da abordagem da Metodologia da Problematização, é possível alcançar uma transformação na prática educacional. Essa transformação é resultado da integração de novos elementos teóricos e práticos na compreensão do objeto de estudo, que ocorre por meio do desenvolvimento de hipóteses de solução pelos próprios participantes envolvidos. À medida que o processo avança, a conexão entre a teoria e a prática se fortalece de maneira gradual.

A abordagem de problematização tem a capacidade de conduzir à aquisição de informações e à construção do conhecimento, com o objetivo de abordar problemas e impulsionar o próprio progresso do estudante. Como enfatizado por Komatzu, Zanolli e Lima (1998), os estudantes devem assumir um papel mais ativo e buscar adquirir conhecimentos relacionados aos problemas e aos objetivos da aprendizagem.

A abordagem de problematização tem a capacidade de conduzir à obtenção de informações e à construção do conhecimento, com o objetivo de abordar problemas e impulsionar o próprio progresso. Conforme enfatizado por Komatzu, Zanolli e Lima (1998), é essencial que os estudantes assumam um papel mais ativo, abandonando a posição de meros receptores de conteúdo, e adquiram conhecimentos relacionados aos problemas e aos objetivos da aprendizagem.

As metodologias ativas, como a problematização, utilizada na implementação de uma Sequência Didática (SD) que incorpora a interdisciplinaridade, seguindo o modelo proposto por Berbel (1995), a aprendizagem se torna eficaz e repleta de significado, ocorrendo de maneira contínua ao longo da jornada do estudante. Segundo Berbel (2012), por meio da abordagem da Metodologia da Problematização, alcança-se uma transformação prática, resultante da integração de novos elementos teóricos e práticos na compreensão do objeto de estudo, por meio das hipóteses de solução elencadas pelos próprios envolvidos. A conexão entre a teoria e a prática se aprofunda progressivamente.

Ainda segundo a autora, o processo de aprendizagem do educando acontece quando este se compromete profundamente com a situação. Mediante a utilização da Metodologia da Problematização, o discente se engaja progressivamente. Ele começa com uma percepção superficial da realidade e, à medida que se questiona sobre os motivos por trás do problema, sua compreensão se aprofunda, identifica o que precisa explorar sobre o assunto e conduz sua investigação (Berbel, 2012).

Nesse contexto, a problematização emerge como uma alternativa viável para atender às novas demandas educacionais. Seu propósito é ampliar o conhecimento e desenvolver as habilidades dos estudantes, oferecendo uma abordagem diferenciada para superar as limitações das aulas tradicionais, que muitas vezes não se mostram eficazes na formação dos alunos. No entanto, a ABP não deve ser vista como uma solução universal para os desafios educacionais, pois sua implementação está sujeita a diversas variáveis e complexidades inerentes ao processo de ensino e aprendizagem. Trata-se, portanto, de uma estratégia que busca aprimorar a relação entre ensino e aprendizagem, promovendo um ensino mais dinâmico e significativo (Borochovicius; Tassoni, 2021).

Vale destacar, que essa metodologia favorece o trabalho em grupo e é uma estratégia que favorece a aprendizagem ao estimular o desenvolvimento de competências, a comunicação interpessoal e a socialização no ambiente escolar. Segundo Souza e Dourado (2015), essa abordagem permite que os estudantes adquiram conhecimentos de forma colaborativa, desde que haja engajamento e comprometimento de cada membro na realização das atividades propostas. O trabalho em grupo se destaca ao possibilitar uma experiência interdisciplinar e cooperativa, incentivando os alunos a refletirem sobre os métodos tradicionais de ensino e a analisarem em que medida a contribui para uma aprendizagem mais eficaz.

Segundo Berbel (2012), por meio da abordagem da Metodologia da Problematização, alcança-se uma transformação prática, resultante da integração de novos elementos teóricos e práticos na compreensão do objeto de estudo, por meio das hipóteses de solução elencadas pelos próprios envolvidos. A conexão entre a teoria e a prática se aprofunda progressivamente.

Ainda segundo a autora, o processo de aprendizagem do educando acontece quando este se compromete profundamente com a situação. Mediante a utilização da Metodologia da Problematização, o estudante se engaja progressivamente. Ele começa com uma percepção superficial da realidade e, à medida que se questiona sobre os motivos por trás do problema, sua compreensão se aprofunda, identifica o que precisa explorar sobre o assunto e conduz sua investigação.

Berbel (2012) enfatiza que pensar criticamente e examinar a realidade vão além da aceitação passiva dos fatos, exigindo uma investigação constante sobre os motivos subjacentes. Em vez de simplesmente aceitar as coisas como são, é fundamental questionar: Por que isso ocorre? Onde? Quando? Como? Quem está envolvido? Se determinadas circunstâncias deram origem a um cenário específico, é plausível que, em outro contexto, novas perspectivas levem a diferentes configurações.

Essa postura investigativa é essencial para desenvolver a análise crítica da realidade. Quando um indivíduo aprimora sua capacidade de questionar, torna-se apto a refletir sobre diversos temas em diferentes contextos. Enquanto o conhecimento memorizado está sempre evoluindo e sendo substituído por informações mais atuais e relevantes, a habilidade de pensar criticamente não se perde, mas se fortalece com o tempo, sendo enriquecida pelo exercício contínuo. A Metodologia da Problematização, por meio do Arco de Maguerez, pode desempenhar um papel fundamental nesse processo, incentivando a construção de um pensamento reflexivo e dinâmico.

O Arco de Maguerez é um método pedagógico reconhecido por sua abordagem inovadora e dinâmica no ensino e aprendizagem. Estruturado em cinco etapas interconectadas — “Observação da Realidade “Pontos-Chave”, “Teorização”, “Hipótese de Solução” e “Aplicação na Realidade” —, esse modelo

incentiva a participação ativa dos estudantes e favorece uma aprendizagem significativa. Além de transmitir conhecimento, o método estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas, críticas e práticas, preparando os alunos para a aplicação do saber em contextos reais (Bordenave; Pereira, 1982).

A metodologia do Arco de Maguerez baseia na resolução de problemas, iniciando-se pela análise da realidade e estimulando debates que combinam conhecimento científico e experiências individuais para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo. Conhecida como metodologia do Arco, essa abordagem possui uma estrutura cíclica em que cada etapa começa e termina na realidade, seguindo uma sequência estruturada e contínua (Santos *et al.,* 2022).

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa campo de natureza qualitativa. Conforme Godoy (1995) indica, a pesquisa com abordagem qualitativa concebe o ambiente como a fonte direta dos dados. Além disso, enfatiza que o foco primordial dessa abordagem está no processo em si, e não necessariamente no resultado ou produto. Essa abordagem é apropriada para investigar de maneira subjetiva e interpretativa aspectos relacionados à atuação dos sujeitos investigados, desde o nível individual até o âmbito global. A abordagem qualitativa valoriza a complexidade das interações humanas, considerando fatores culturais, sociais e psicológicos. O pesquisador assume um papel ativo nesse processo, delimitando cuidadosamente o que será observado para captar os mínimos detalhes e representar fielmente a realidade estudada (Cardano, 2017).

Segundo Marconi e Lakatos (2021) a pesquisa de campo essa abordagem é essencial para a obtenção de respostas, comprovações e descobertas científicas, pois permite que os pesquisadores coletem informações diretamente das fontes primárias. A pesquisa de campo pode envolver diferentes técnicas, como entrevistas, questionários, observação participante e experimentação, sempre considerando as variáveis presentes no contexto investigado.

Representa um recorte de uma dissertação, com duas etapas de uma sequência didática investigativa desenvolvida na Escola Estadual Norberto Schwantes, localizado na Rua Palmeira das Missões, nº: 543, no Bairro Nova Canarana da cidade de Canarana, estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do Brasil. Com Parecer Consubstanciado do CEP, de número: 6.278.320, aprovado em 02 de setembro de 2023.

Participou da pesquisa uma única turma do 6º ano do Ensino Fundamental, do período vespertino, constituída por 19 estudantes, com idade entre 10 a 12 anos, sendo 08 do sexo masculino e 11 do sexo feminino. Cada estudante recebeu um diário de bordo para realizar anotações e responder os questionamentos nas etapas e para garantir o anonimato, considerou o E1 (estudante 1), E2 (estudante 2), e assim sucessivamente. A aplicação da sequência didática investigativa foi conduzida pela professora de Ciências, que também atuava como pesquisadora, e pela professora de Matemática, da mesma escola.

O método utilizado para verificar os dados foi a Análise de Conteúdo que Bardin (2012, p. 38) determina como "um método organizado e objetivo que busca descrever as relações entre os dados coletados". Isto é, categoriza as informações comuns a um mesmo grupo. Categorizar implica em ordenar as informações utilizando categorias e critérios previamente estabelecidos. Assim, tudo o que é expresso oralmente ou por escrito pode ser submetido a uma análise de conteúdo, passando por um procedimento de seleção e organização de dados, conforme definido por Bardin (2012).

Durante a execução das atividades da sequência didática investigativa interdisciplinar foram utilizados diversos recursos, incluindo livros, vídeos, fluxogramas, músicas e sites para consulta, visando

enriquecer o processo de aprendizagem. A coleta de dados ocorreu em três momentos: antes, durante e após a aplicação da SD, garantindo um acompanhamento detalhado da evolução dos estudantes. A análise dos dados seguiu a metodologia proposta por Bardin (2016), permitindo uma interpretação sistemática e rigorosa das informações.

Assim, para abordar de forma interdisciplinar o tema da "Água", e de acordo com a proposta de Bardin (2016), a Análise de Conteúdo seguiu três fases bem definidas na organização das informações provenientes da aplicação dos questionários: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento e interpretação dos resultados obtidos.

Realizou-se uma pré-análise das respostas dos estudantes aos questionamentos problematizadores, a fim de identificar padrões de pensamento, concepções prévias e possíveis dificuldades na compreensão dos temas abordados. Após a pré-análise, realizou-se a exploração do material obtido, permitindo uma análise mais aprofundada das respostas dos estudantes, possibilitando a identificação de padrões e a interpretação das concepções dos estudantes ao longo da atividade. Por fim, os resultados obtidos foram tratados à luz do referencial teórico, garantindo uma interpretação fundamentada e coerente com os pressupostos acadêmicos adotados.

5. Resultados

Segunda Sasseron (2015) o ensino por investigação requer que o professor desenvolva habilidades que auxiliem os estudantes na resolução de problemas propostos, incentivando a interação entre eles, o uso de materiais disponíveis e a conexão com conhecimentos previamente sistematizados. Partindo desse pressuposto, elaborou essas duas etapas interdisciplinares baseadas no Arco de Maguerez com Observação da Realidade, Pontos-Chave, Teorização, Hipótese de Solução e Aplicação na Realidade, apresentadas no quadro 1, que indica as atividades realizadas, bem como os objetivos de cada uma delas.

Etapas	
1. Quantidade de água no planeta	
Objetivo: Conhecendo melhor a água: Identificar o volume de água no planeta Terra; conceituar hidrosfera e identificar a molécula da água; diferenciar água pura de potável; perceber como água se apresenta no planeta e onde pode ser encontrada na forma líquida; construir modelos tridimensionais do planeta Terra e da molécula de água.	
Atividade	**Descrição**
1	Problematização inicial
2	Leitura do texto em semicírculo, discussão e socialização
3	Elaboração de gráficos dos recursos Hídricos, superfície e população do Brasil e confecção de cartaz em grupos
4	Apresentação de seminário
2. A água e o processo de tratamento para torná-la potável	
Objetivo: Tratamento da água: Reconhecer que a água não potável é veículo de microrganismos que podem causar doenças; categorizar os métodos adequados de tratamento da água e construir uma maquete do tratamento de água.	
Atividade	**Descrição**
1	Problematização inicial
2	Análise de um fluxograma

3	Apresentação de fotos das etapas do tratamento do município
4	Palestra
5	Maquete do tratamento de água

Quadro 1: Atividades das etapas da SDI.

Fonte: Autores, 2023.

A importância do tema está fundamentada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, que busca garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos até 2030. O ODS 6 estabelece metas para ampliar o acesso universal à água potável e ao saneamento adequado, com atenção especial a grupos vulneráveis, como mulheres, meninas e populações em risco. Também propõe medidas para reduzir a poluição hídrica, controlar o despejo inadequado de resíduos e promover a reciclagem e reutilização segura da água. Essas ações são essenciais para preservar os recursos hídricos e evitar impactos ambientais e sanitários. Garantir a extração e distribuição sustentável da água contribui para reduzir a escassez e beneficiar comunidades afetadas. A gestão integrada dos recursos hídricos e a cooperação internacional possibilitam soluções mais eficazes. Além disso, a proteção de ecossistemas aquáticos e o incentivo à participação comunitária na governança da água são estratégias indispensáveis para um futuro sustentável.

5.1 Quantidade de água no planeta

A etapa, intitulada "Quantidade de água no planeta", iniciou-se com aulas de Ciências que proporcionaram aos estudantes a oportunidade de comparar e estabelecer conexões entre diferentes aspectos da distribuição da água em escala global, nacional, no corpo humano e nas frutas. Para facilitar essa abordagem e estimular a participação, os estudantes foram organizados em um semicírculo, favorecendo a interação e o compartilhamento de ideias.

Ao analisarem o texto e as imagens na apresentação de slids contendo mapas mundiais e do Brasil, gráficos e imagens com porcentagens sobre a distribuição da água, os estudantes demonstraram surpresa à medida que as informações eram apresentadas. Durante essa atividade, eles perceberam a distribuição irregular da água e compreenderam que esse recurso essencial pode se tornar escasso, impactando todos os seres vivos. Os estudantes, partindo da observação da realidade, foram incentivados a expressar suas opiniões sobre a distribuição da água de forma ampla, o que lhes permitiu desenvolver uma maior conscientização sobre a quantidade disponível para consumo humano e a importância do uso racional desse recurso,

Desde modo, o ensino por investigação surge como uma abordagem eficaz para estimular a curiosidade dos estudantes e promover uma aprendizagem mais significativa (Carvalho, 2010). A proposta baseou no despertar a curiosidade a formulação de hipóteses e a participação ativa na resolução de problemas ou discussões temáticas, com ambiente propício ao debate e à argumentação, desenvolvendo um pensamento crítico e reflexivo sobre o tema abordado.

Os estudantes para a foram instigados a partir deste enunciado: Sabemos que existe uma vasta quantidade de água distribuída na Terra e que este recurso pode ser avistado em calotas polares e geleiras, nos oceanos, nos rios, lagos, aquíferos etc. e com a seguinte problematização inicial: Mesmo diante de tal abundância de água em nosso planeta corremos o risco de ficarmos sem água para bebermos?

Para que essa abordagem seja efetiva, é imprescindível o engajamento ativo de cada participante, uma vez que o aprendizado colaborativo depende diretamente da interação e do comprometimento dos envolvidos no processo. Após a exposição das imagens, ficou evidente que os estudantes tinham várias perguntas devido à sua falta de familiaridade com o tema. Com a orientação da pesquisadora, os estudantes tiveram a oportunidade de discutir suas visões e esclarecer dúvidas sobre o tema, baseando-se em suas próprias experiências.

Como enfatizado por Komatzu, Zanolli e Lima (1998), os estudantes devem assumir um papel mais ativo e buscar adquirir conhecimentos relacionados aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Esse protagonismo na busca por respostas ficou evidente após a exposição das imagens, que, ao serem apresentadas, geraram várias perguntas entre os estudantes devido à sua falta de familiaridade com o tema. Esse momento se revelou especialmente oportuno, pois os tópicos destacados nos materiais visuais incentivaram uma análise crítica do assunto a partir de diversas perspectivas.

Para que esse tema seja compreendido de forma eficaz, foi crucial torná-lo significativo. Nesse sentido, os estudantes foram divididos em grupos na aula de Matemática e receberam a tarefa de criar gráficos de colunas que representassem as quantidades de água e sua distribuição, de acordo com o que aprenderam na aula. Posteriormente, cada grupo fez uma apresentação em forma de seminário (Figura 1), onde expôs e explicou seu gráfico. Esse método permite que os estudantes participem ativamente do processo de aprendizado, aplicando o conhecimento adquirido de uma maneira prática e visualmente compreensível.



Figura 1: Apresentação dos gráficos pelos estudantes.

Fonte: Autores, 2023.

Deste modo, os estudantes foram incentivados a compartilhar suas perspectivas sobre a distribuição global da água e a disponibilidade de água para o consumo humano. Esse exercício não só os sensibilizou para a importância de adotar uma postura mais consciente e responsável em relação ao uso da água, mas também os envolveu ativamente no processo de aprendizagem. As atividades investigativas desempenham um papel fundamental ao estimular a participação ativa dos estudantes na resolução de problemas de maneira autônoma, seja em contextos experimentais ou teóricos, facilitando a construção do conhecimento de forma mais significativa e crítica (Brito; Brito; Sales, 2018).

Assim, as atividades interdisciplinares devem ser direcionadas para envolver os estudantes, conferindo significado à sua aprendizagem e estimulando sua participação ativa. Por outro lado, abordar temas de

forma interdisciplinar pode ser entendido como uma estratégia para integrar diferentes componentes curriculares e realizar uma ou mais atividades que permitam compreender o propósito dessas atividades. Isso resulta na criação de algo novo e inovador, pois os estudantes não ficam limitados a uma série de atividades separadas para cada componente curricular, que frequentemente são monótonas e desmotivadoras, mais propensas a desencorajar do que a incentivar a aprendizagem.

Nesse contexto, Fazenda (2002) enfatiza que o processo de interdisciplinaridade começa com a integração dos elementos curriculares, e cabe aos professores determinarem como essa integração será efetivamente realizada. Assim, além de integrar diferentes disciplinas e áreas do conhecimento, a interdisciplinaridade promove uma visão mais ampla e abrangente do aprendizado, havendo relacionamento entre diversas áreas, para desenvolver habilidades essenciais como reflexão crítica, criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe. Diante disso, é possível perceber que a interdisciplinaridade prepara os indivíduos para lidar com a complexidade e diversidade do mundo contemporâneo.

Por conseguinte, com o objetivo de avaliar se os estudantes realmente compreenderam o que foi apresentado a eles, buscou-se aprofundar ainda mais o assunto com questões desafiadoras, tais como: O são mananciais? Quais os mananciais existentes no município? Quais as funções da água no corpo? Qual é o consumo de água na família de cada um? O que cada pessoa pode fazer para evitar a falta de um recurso tão importante como a água para a vida humana?

E a partir dos questionamentos problematizadores, os estudantes apresentaram suas contribuições para a problematização inicial: Mesmo diante de tal abundância de água em nosso planeta corremos o risco de ficarmos sem água para bebermos? apresentado no quadro 2.

Categorias	Respostas dos estudantes
Acesso a água	*E1: Porque tem muita água no planeta, mas temos pouco acesso.* *E5: Nem toda água podemos beber, pois algumas não são saudáveis.* *E18: Porque temos pouco acesso a água doce.*
Disponibilidade da água doce	*E3: Porque gastamos muita água, não economizamos, gastamos lavando carro, no banho e ainda tem a poluição. E temos pouco água 3%.* *E6: Porque 97% da água é salgada e pouco é doce.* *E8: Porque só temos 3% de água potável.*

Quadro 2: Categoria analisadas na etapa 1.

Fonte: Autores, 2023.

Os pronunciamentos apresentados pelos estudantes discutem questões relacionadas ao acesso à água e à disponibilidade de água doce no planeta. Segundo os E1, E5 e E18 que abordam a questão do acesso, é destacado que por mais que haja muito água no planeta Terra, muitas pessoas enfrentam dificuldades em acessar tal recurso potável e seguro para o consumo. Já o E3, E6 e E8 apresentam a

distribuição e a disponibilidade de água doce, mencionando que a maior parte da água na Terra é salgada (cerca de 97%). Além disso, uma pequena porcentagem de 3%, é utilizada sem a preocupação em atividades diárias.

Como ilustrado no quadro 2, as observações feitas pelos estudantes geraram diversas abordagens. Nesse sentido, as narrativas compartilhadas pelos estudantes tiveram um impacto significativo no desenvolvimento da pesquisa, enriquecida por meio de leituras e discussões em sala de aula. Essas conversas envolveram questionamentos e compreensões que aprofundaram a exploração do tópico, como evidenciado nas respostas dos estudantes E1, E3, E5, E6, E8 e E18, que perceberam a ameaça da escassez de água potável.

Isso envolve a integração entre a teoria e a prática, começando com a situação prática inicial e culminando na criação de uma nova abordagem prática, que é concebida pelo próprio estudante ou pelo grupo de estudantes. Esse processo é impulsionado pelo desejo e pela determinação de agir de maneira significativa, uma vez que o estudante não apenas conduziu uma investigação teórica, mas muitas vezes também realizou um exame empírico do assunto, permitindo-lhe desenvolver suas próprias ideias (Komatzu; Zanolli; Lima, 1998).

Com a etapa, trabalhou-se a interdisciplinaridade em Ciências (na percepção das funções da água no corpo, formas de economizar água e sua distribuição), na Matemática (na construção de gráficos e análise, como demonstrado na figura 1). E ainda pode ser realizar práticas no componente curricular de Português (leitura e análise textual), e Geografia (quanto à má distribuição de água no planeta).

Em vez de ensinar os conteúdos de forma fragmentada e isolada, é necessário conectar os saberes, proporcionando uma visão mais ampla e interligada do conhecimento. Isso visa garantir que os estudantes não apenas adquiram informações de maneira técnica, mas compreendam as relações entre diferentes áreas do saber e sua aplicabilidade no mundo real (Freire, 2006).

Assim, torna-se crucial adotar métodos que promovam e incentivem o protagonismo dos estudantes. Nesse contexto, no campo das Ciências Naturais, por meio de uma abordagem que integre diferentes áreas do conhecimento, é imperativo que o Ensino Fundamental proporcione aos estudantes acesso a uma ampla gama de conhecimentos científicos que se desenvolveram ao longo da história.

Isso deve ser acompanhado pela progressiva aquisição de competências relacionadas aos processos, práticas e procedimentos de investigação científica. Além disso, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) também enfatiza a importância de levar em conta a realidade e a contextualização, bem como se basear em um modelo de ensino centrado na pesquisa (BRASIL, 2018).

Com essa etapa, os estudantes puderam conhecer mais sobre a água no planeta, seu consumo doméstico e como ela é distribuída no Brasil, usando imagens em apresentação do PowerPoint. Essa abordagem interdisciplinar fez com que os estudantes não só recebam informações, mas também entendam a importância da água em diversos contextos.

Além disso, ao realizar trabalhos em grupo e criar os gráficos, os estudantes aplicaram seus conhecimentos de forma prática, o que facilita um aprendizado mais profundo e significativo. A etapa então propôs ampliar o conhecimento dos estudantes sobre a água e incentivar a pensar sobre temas relevantes relacionados ao uso deste importante recurso na Terra.

5.2 A água e o processo de tratamento para torná-la potável

A segunda etapa priorizou uma abordagem educacional baseada na troca colaborativa de conhecimentos sobre o tema "Água". O objetivo foi destacar a importância desse assunto no processo de

ensino e aprendizagem, promovendo discussões significativas em sua realidade (Berbel, 2012), junto aos pais. Dessa forma, os estudantes foram orientados a questionar seus responsáveis sobre o fornecimento de água no município de Canarana, Mato Grosso, estimulando a investigação e o envolvimento familiar no aprendizado.

Durante as discussões sobre a pesquisa realizada anteriormente, constatou-se que apenas o responsável pela estudante E13 tinha um conhecimento preciso sobre o fornecimento de água em nosso município, devido à sua ocupação na Estação de Tratamento de Água (ETA). Os estudantes E4, E5, E11, E13 e E18 mencionaram que seus pais estavam cientes da adição de substâncias à água, embora desconhecessem a natureza dessas substâncias. Conforme relatado pelos demais estudantes, seus pais não possuíam esse entendimento específico.

A abordagem de problematização se destaca como uma estratégia eficaz para a construção do conhecimento, pois estimula os estudantes a explorarem informações e refletirem criticamente sobre os problemas apresentados. Segundo Komatzu, Zanolli e Lima (1998), essa metodologia exige que os estudantes assumam um papel ativo no processo de aprendizagem, rompendo com a postura passiva de meros receptores de conteúdo. Dessa forma, ao se envolverem diretamente na análise e resolução de problemas, os estudantes não apenas ampliam sua compreensão sobre os temas abordados, mas também desenvolvem autonomia e habilidades essenciais para o aprendizado contínuo.

Na sequência realizou a análise de um fluxograma (Figura 2) contendo explicações sobre o tratamento da água e, posteriormente foi estimulado indagando como ocorre o tratamento de água em nosso município e após a investigação teórica desses tópicos, a turma participou de uma palestra por profissionais da Estação de Tratamento de Água da cidade (ETA), conforme direcionamento estabelecido pelos seguintes questionamentos: Quais as impurezas que podem ser encontradas antes do tratamento da água? Quais os processos para reverter esta situação? Qual o passo a passo das etapas do tratamento da água? Podemos beber água da torneira uma vez que chega em nossa residência tratada na ETA? E a partir de então, via apresentação pelo PowerPoint, os estudantes observaram imagem de cada etapa do tratamento de água do município.

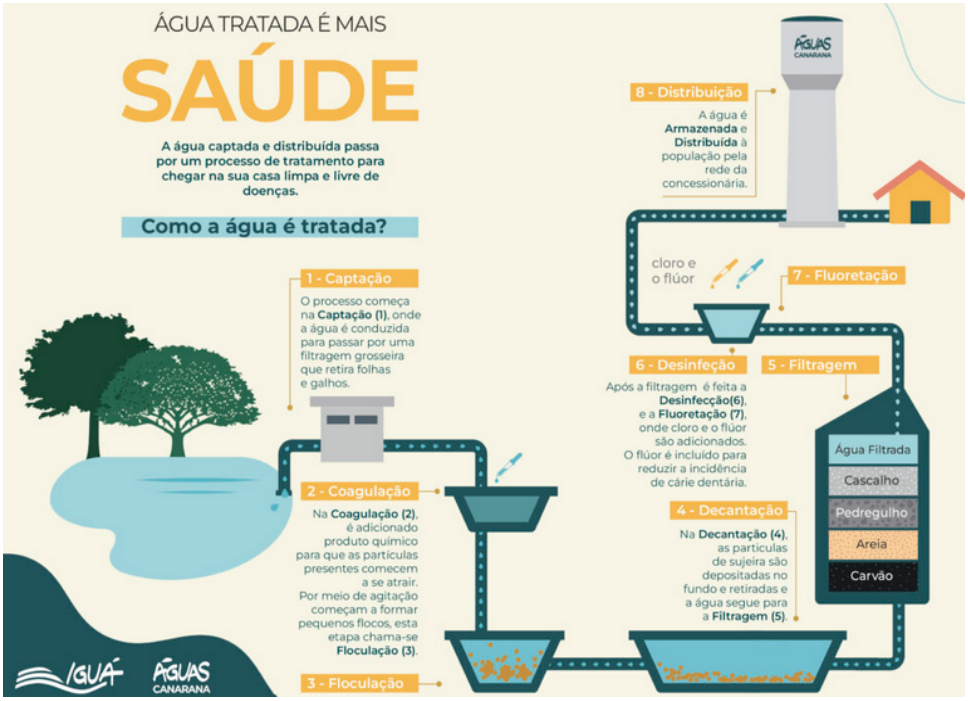


Figura 2: Fluxograma sobre o tratamento da água.

Fonte: Águas Canarana, 2023.

Nos escritos de Souza, Carvalho e Souza (2018), desvela-se a proposição de que o método pedagógico embasado na investigação encontra o seu ponto de partida nas atividades meticulosamente concebidas com o desígnio de incitar nos estudantes a chama do interesse pela descoberta, assim como pela participação ativa na resolução de uma problemática. Esse paradigma oferece um âmbito fecundo, no qual os aprendizes são dotados da faculdade de formular conjecturas, embasar seus raciocínios e engajar-se em argumentações concernentes a uma temática delimitada. Tais aspectos, por sua vez, consubstanciam elementos primordiais no tocante ao encadeamento do processo de ensino e aprendizagem.

A integração curricular não deve se limitar à organização estrutural dos conteúdos, mas também deve estar presente nas metodologias de ensino adotadas, especialmente aquelas que promovem a interdisciplinaridade. Nesse contexto, a adoção de práticas pedagógicas interdisciplinares possibilita uma formação mais abrangente, na qual os estudantes não apenas desenvolvem competências acadêmicas, mas também habilidades essenciais para uma participação ativa e produtiva na sociedade. Assim, a educação assume um caráter dinâmico e significativo, preparando os alunos para compreender e enfrentar os desafios do mundo contemporâneo (Andrade; Andrade, 2022).

A partir da execução das atividades e da análise das respostas dos estudantes ao longo das ações, fica claro que as conversas desempenham um papel crucial no processo de aprendizado, incentivando a participação ativa e a interação direta. Na fase final desta etapa, no componente curricular de Ciências e Matemática, os estudantes trabalharam juntos na criação de uma única representação tridimensional (Figura 3) do processo de purificação da água. Cada grupo ficou responsável por uma etapa específica desse processo.



Figura 2: Construção de uma representação tridimensional.

Fonte: Autores, 2023.

Durante a discussão desse tópico com os estudantes, também foi abordada a questão do consumo de água e dos metros cúbicos presentes na conta de água. Os estudantes tiveram a oportunidade de analisar

suas próprias contas de água, o que proporcionou uma compreensão mais prática e tangível sobre o uso desse recurso essencial.

Na sala de aula, os estudantes trouxeram suas contas de água e, em um exercício de comparação, puderam identificar quem estava gastando mais e quem estava gastando menos. Os metros cúbicos mencionados nas contas de água foram o ponto central dessa análise. Embora não tenham aprofundado completamente nesse momento, essa atividade permitiu que eles começassem a ter uma noção do que representam os metros cúbicos e como eles se relacionam com o consumo de água.

A prática interdisciplinar desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, pois favorece a construção de um conhecimento compartilhado entre professores e estimula a autonomia dos estudantes. No entanto, para que essa abordagem seja eficaz, é necessário integrar diferentes áreas do saber de maneira coesa, garantindo que a interdisciplinaridade tenha um propósito bem definido. Nesse contexto, destaca-se a importância do diálogo entre as disciplinas, preservando suas especificidades, mas promovendo conexões que enriquecem o processo educativo e possibilitam uma compreensão mais ampla e significativa do conhecimento (Barbosa; Ferreira; Karlo-Gomes, 2024).

Na construção do modelo tridimensional, optou por uma abordagem mais interativa com a professora de Matemática, promovendo um diálogo com os estudantes para explicar alguns conceitos importantes. Abordou questões relacionadas às medidas, especificamente centímetros, que serviriam como unidade de medida para determinar o comprimento necessário dos canos e outras instalações. Além disso, discutiu o volume de água aproximado que seria necessário para essas instalações.

No decorrer dessa discussão, os estudantes também foram orientados sobre o uso de formas geométricas, já que estavam envolvidos na construção de casas. Isso incluiu considerações sobre o telhado, que poderia envolver formas como quadrados e retângulos. A professora de Matemática incentivou os estudantes a medirem com precisão essas formas, garantindo que pudessem criar janelas e outras aberturas laterais de acordo com as medidas corretas.

A partir das questões problematizadoras, os estudantes apresentaram suas perspectivas e contribuições, conforme destacado no Quadro 3.

Categorias	**Respostas dos estudantes**
Impurezas da água	*E1: Antes do tratamento, a água pode conter terra, pedrinhas, sujeira, galhos, bactérias, entre outras.* *E5: galhos, folhas, insetos* *e pode ter bactérias também na água sem tratamento.* *E12: bactérias, terra e sujeiras.*
Tratamento da água	*E7: O tratamento da água envolve vários processos.*

	E8: O tratamento da água é feito com a coleta, limpeza e distribuição para as casas. *E12:A água do rio ou represa,* *é bombeada para a ETA, que é a estação de tratamento da água que temos na cidade, conhecida como CAB, e aí ela recebe os produtos, como o cloro e outras substâncias para tratar ela, aí manda para um outro reservatório e de lá é distribuído para nossas casas.*

Quadro 3: Categoria analisadas na etapa 2.

Fonte: Autores, 2023.

As impurezas da água, representadas pelos E1, E5 e E12, são uma preocupação significativa para a qualidade da água. Os estudantes apresentam uma variedade de impurezas, incluindo terra, pedras, sujeira, galhos folhas, insetos e bactérias. Podendo essas impurezas afetarem a qualidade da água e, em alguns casos, representar riscos para a saúde.

O tratamento da água, representado por E7, E8 e E12, é um processo complexo e necessário para garantir que a água que consumimos é segura e adequada ao nosso uso diário. Enfatizou-se a complexidade desse processo, que envolve múltiplas etapas e técnicas coleta, limpeza e distribuição aos domicílios. E12 descreve o processo específico em estações de tratamento locais, onde produtos como o cloro são adicionados para eliminar impurezas e tornar a água potável antes de ser distribuída às famílias.

Berbel (2012) destaca que a Metodologia da Problematização possibilita uma transformação prática, fundamentada na integração de novos elementos teóricos e práticos na construção do conhecimento. Esse processo ocorre por meio das hipóteses de solução formuladas pelos próprios envolvidos, permitindo uma participação ativa na aprendizagem. Dessa forma, a conexão entre teoria e prática se torna mais aprofundada e significativa, contribuindo para uma compreensão mais abrangente e contextualizada do objeto de estudo.

E ainda, através do teor do relato dos estudantes, tornou-se manifestamente claro que ocorreu a incorporação de saberes concernentes às características, propriedades e incumbências da água, englobando sua função como elemento nutritivo quando consumida, bem como seu papel como meio transportador, solvente ou agente reativo, até mesmo no âmbito da preparação culinária. Ademais, essa experiência de aprendizado possibilitou a apreensão dos processos vitais de separação de misturas, contribuindo para a segurança hídrica no contexto do consumo.

Ficou nitidamente evidente que a atividade proposta, após a conclusão das fases de aprendizado teórico, experimentação e exploração mais profunda do tópico em questão, assim como a materialização das ideias por meio das respostas individuais às perguntas direcionadas e da colaborativa elaboração da representação tridimensional que retrata o processo de purificação da água, resultou em um significativo aumento do conhecimento (Souza; Dourado, 2015)

De forma sugestiva, a prática interdisciplinar pode ser realizada através da integração dos componentes curriculares de Geografia (para compreender os efeitos da degradação da vegetação na qualidade da água e o impacto social na comunidade que utiliza o sistema de abastecimento hídrico), e Português (envolvendo competências de leitura, interpretação e a análise de histórias em quadrinhos). Assim, uma

perspectiva interdisciplinar é uma solução mais eficaz para combater a fragmentação acadêmica nas ciências, tanto na pesquisa quanto no ensino. Isso fica claro quando percebemos que à medida que os campos do conhecimento se tornam mais especializados e diversificados, eles tendem a se distanciar da realidade humana (Japiassu, 1976).

6. Considerações finais

As atividades realizadas ao longo das duas etapas da sequência didática investigativa demonstraram a importância do ensino por investigação na construção do conhecimento sobre a temática água. A abordagem interdisciplinar e problematizadora permitiram que os estudantes estabelecessem conexões entre diferentes áreas do saber, entre Ciências e Matemática, compreendendo a distribuição da água no planeta, sua disponibilidade para consumo e os processos necessários para torná-la potável.

A problematização inicial e a participação ativa dos estudantes foram fundamentais para despertar o interesse e estimular a reflexão crítica sobre a temática. Por meio de atividades práticas, como a confecção de gráficos, análise de contas de água e construção de modelos tridimensionais, permitiu que os estudantes aprofundassem nos conceitos teóricos, assim como também aplicaram o conhecimento adquirido a situações concretas do cotidiano. Além disso, a interação entre os estudantes e o envolvimento da comunidade escolar, incluindo palestras com profissionais e investigações junto às famílias, enriqueceram o processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, constatou-se que o ensino pautado na investigação e na interdisciplinaridade favorece uma aprendizagem mais significativa, além de proporcionar aos estudantes um papel ativo na construção do conhecimento e na reflexão sobre questões ambientais. A experiência reforça a necessidade de práticas pedagógicas inovadoras que promovam a integração entre teoria e prática, e prepara os estudantes para enfrentar desafios científicos e sociais de forma crítica e consciente. A utilização de diferentes atividades na sequência didática permitiu que os estudantes não apenas recebam informações, mas que também as usem em prática, debates, análises críticas sobre questões ligadas à água, com a escassez e a necessidade de preservação.

Com isso, a metodologia escolhida e a execução da sequência didática desempenharam papéis essenciais no processo educativo, apresentando uma abordagem envolvente para o Ensino Fundamental, por meio da obtenção de conhecimentos com significados. As atividades apresentam uma excelente oportunidade para se discutir sobre a importância da abordagem interdisciplinar, envolvendo a Ciência, Matemática, Geografia e Português. Por conseguinte, o trabalho é uma valiosa contribuição para a educação dos estudantes sobre a sensibilização a respeito das questões sociais e ambientais, que pode levar uma compreensão mais aprofundada e significativa dos conceitos e desafios relacionados à água, caminhando de acordo com os princípios do ensino que promovem uma aprendizagem crítica e relevante para os estudantes.

Para que a interdisciplinaridade seja efetiva, é necessário planejar estratégias que tornem a aprendizagem significativa, levando em conta o nível de conhecimento prévio dos estudantes, seus interesses e a forma como conectam os conteúdos às suas vivências. Dessa maneira, a abordagem interdisciplinar deve ser vista como uma junção de disciplinas e como um processo que favorece a construção ativa do conhecimento, para permitir que os estudantes compreendam a relevância dos temas estudados em diferentes contextos.

7. Referências

Andrade, J. R., & Andrade, M. E. B. (2022). *Práticas Pedagógicas e Projetos Interdisciplinares: Desafios e Interfaces*. In: Educação e Interdisciplinaridade: Formação e Professores, Didática e Processos de Ensino e Aprendizagem.1ª ed. Itacaiúnas, Ananindeua – PA.

Bachelard, G. (1938). *La formacion de l'esprit scientifique*. Vrin, Paris.

Barbosa, I. T., Ferreira, A. W. N., & Karlo-Gomes, G. (2024). Interdisciplinaridade na pesquisa científica em educação: revisão integrativa. *Revista Eletrônica de Educação*, *18*(1), e6389198-e6389198. https://doi.org/10.14244/reveduc.v18i1.6389

Bardin, L. (2012). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Berbel, N. A. N. (1995). Metodologia da Problematização: Uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. *Semina: Ci. Soc./Hum*., Londrina, v. 16. n. 2., ed. Especial, p. 9 -19.

Berbel, N. A. N. (2012). *A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma reflexão teórica epistemológica*. Londrina: EDUEL.

Bicca, W. R. (2020). *Interdisciplinaridade no Brasil: do conceito à aplicação*. Curitiba: CRV.

Bicudo, M. A. V. (2005). O professor de matemática nas escolas de 1º e de 2º graus. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Educação matemática. 2. ed. São Paulo: Centauro, p. 45-57.

Borochovicius, E., & Tassoni, E. C. M. (2021). Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. *Educação em Revista*, *37*, e20706. http://dx.doi.org/10.1590/0102-469820706

Brasil (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Ciências Naturais*. Brasília: MECSEF.

Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Brito, B. W. D. C. S., Brito, L. T. S., E. S. (2018). Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. *Revista Vivências em Ensino de Ciências*, *2*(1).

Bordenave, J. D., Pereira, A. M. (1982). *Estratégia de ensino aprendizagem*. 4. ed. Petrópolis: Vozes.

Cardano, M. (2017). Manual de pesquisa qualitativa. *A contribuição da teoria da argumentação. Tradução: Elisabeth da Rosa Conill. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes*.

Carvalho, A. M. P. (2010). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. de. (Org.). (2013). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 6. Reimpr. São Paulo: Editora Cegage Learning.

Fazenda, I. C. (2002). *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo: Loyola.

Freire, P. (1980). *Conscientização: teoria e prática da libertação*. São Paulo: Moraes.

Freire, P. 33. ed. (2006). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra.

Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. ERA - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29.

Japiassu, H. (1976). *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago.

Jesus, E. A., Lunetta, A., Guerra, R., & Pereira, A. R. G. (2024). A interdisciplinaridade como estratégia para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. *International Contemporary Management Review*, 5(2), e87-e87. https://doi.org/10.54033/icmrv5n2-003

Junges, A. L., & de Oliveira, T. E. (2020). Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *37*(3), 1577-1597. https://doi.org/10.54033/icmrv5n2-003

Komatzu, R., Zanolli, M., & Lima, V. (1998). Aprendizagem baseada em problemas. In: Marcondes, E.; Gonçalves, E (Orgs). *Educação médica*. São Paulo: Sarvier.

Leis, H. R. (2005) Sobre o conceito de interdisciplinaridade. *Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas*, Florianópolis, n. 73.

Linhares, C., Fazenda, I., & Trindade, V. (2001). *Os lugares dos sujeitos na pesquisa educacional*. Campo Grande: UFMS.

Lück, H. 9. ed. (1994). *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico*. Petrópolis: Vozes.

Marconi, M. A,. Lakatos, E. M. (2021). *Técnicas de Pesquisa*. 9. ed. São Paulo: Atlas.

Meyers, C., Jones, T. (1993). *Promoting active learning*. San Francisco: Jossey Bass.

Moraes, R.; Galiazzi, M. C. (2007). Análise Textual Discursiva: Análise de Conteúdos? Análise de discurso? In: MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. (Orgs.). Análise Textual Discursiva. Ijuí: Unijuí, p.139-161.

Moran, J. L. B. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Orgs.). *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. [S.l.]: UEPG, 2015. p. 15-33.

Morin, E. (1977). Complexidade e ética da solidariedade. In CASTRO, G. et al. (Org). *Ensaios de complexidade. Porto Alegre: Sulina, 1997. p. 15 – 24.*

Muenchen, C., & Sául, T. S. (2020). A interdisciplinaridade nas Licenciaturas em Educação do Campo nas Ciências da Natureza: possibilidades e desafios. *Ensino em ReVista,* 27(1), 203-227. https://doi.org/10.14393/er-v27n1a2020-9

Oliveira, F. L. B. de; Silva, J. M. da; Valença, L. L. S., Freire, J. G., & Costa, L. S. (2010). Prática pedagógica do ensino de ciências nas escolas públicas de Santa Cruz –RN. HOLOS, a. 26, v. 5.

Oliveira, L. P. (2002). *A prática da leitura na biblioteca e suas relações no processo de alfabetização dos alunos da primeira série do ensino fundamental*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas]. Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp.

Oliveira, T. D., Beier, A. A. V., Pires, D. M., Almeida, R. R., & Miranda, R. de C. B. (2017). Metodologias Ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. *Revista do Seminário de Educação de Cruz Alta - RS,* v. 5, n. 1, p. 352-353.

Ribeiro, L. R. de C. (2005). *A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia*. [Tese, Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP]. Repositório Institucional UFSCar.

Rosa, M. C. (2010). *Relatório Final - Estudo em Campo: Recurso Alternativo para conteúdo botânico no Ensino Fundamental.*

Santos, W. L. P. dos; Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação (bauru)*, v. 7, n. 1, p. 95–111). https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007

Santos, T. L., Marques, F. C., Junior, E. R., & Silva, J. C. M. (2022). Problematização a partir do Arco de Maguerez: produção de café como tema gerador no ensino de Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, *5*(1).

Scarpa, D. L., & Campos, N. F. (2018). Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos avançados*, *32*(94), 25-41.21

Sasseron, L. H.; & Carvalho, A. M. de P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, *17*, 49-67. https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04

Silberman, M. (1996). *Active learning: 101 strategies do teach any subject*. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon.

Souza, M. A., Salgado, P. A. D.; Chamon, E. M. Q. de O.; & Fazenda, I. C. A. (2022). Interdisciplinaridade e Práticas Pedagógicas. *Revista Portuguesa De Educação*, v. 35, n. 1. http://doi.org/10.21814/rpe.22479

Teixeira, L. H. O. (2018). A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno. *Revista Educação em Foco*, *10*, 93-103.

Zompero, A. F., Figueiredo, H. R. S., & Garbim, T. H. (2017). Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 23, n. 3, p. 659–676. https://doi.org/10.1590/1516-731320170030008

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.23094

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Reseña

RESEÑA: NEUROEDUCACIÓN: SOLO SE PUEDE APRENDER AQUELLO QUE SE AMA

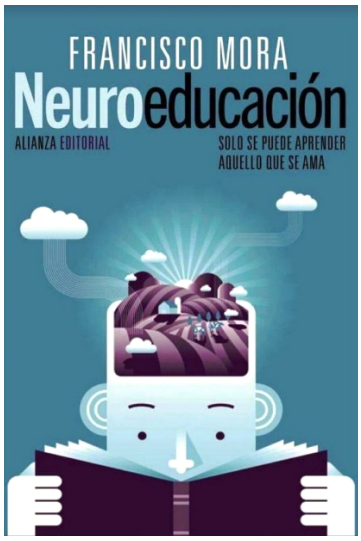
REVIEW: NEUROEDUCACIÓN: SOLO SE PUEDE APRENDER AQUELLO QUE SE AMA

RENSENHA: NEUROEDUCACIÓN: SOLO SE PUEDE APRENDER AQUELLO QUE SE AMA

Isabella Ucrós *

Ucros, I. (2025). Reseña: Neuroeducación: Solo se puede aprender lo que se ama. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *20*(1), pp. 238-241. DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.23094

Título: *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama.*
Autor: Francisco Mora Teruel.
Editorial: Alianza Editorial.
Año de publicación: 2014.
Ciudad: Madrid.
Idioma: español.
Número de páginas: 183.



Introducción

La presente reseña aborda el libro *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama,* una obra escrita por el licenciado en medicina de la Universidad de la Granada y doctor en Neurociencias de la Universidad de Oxford, Francisco Mora. El catedrático ha escrito un gran número de artículos y libros profesionales, centrados en su mayoría a la divulgación de conocimientos del cerebro y la memoria. El caso particular no es una excepción, dado que su objetivo principal es ofrecer una visión de la enseñanza basada en estos conocimientos de neurociencia. Con una extensión de 183 páginas, el libro se organiza en 21 capítulos en su primera edición.

En el marco de esta recensión, se presenta una síntesis temática con el fin de ofrecer una perspectiva general de los conocimientos abordados en la obra y su relevancia en el ámbito educativo. De la misma manera, se analiza la manera en la cual el autor articula los conceptos neurocientíficos para fundamentar su propuesta pedagógica y qué implicaciones tienen estas ideas en la práctica docente.

* Estudiante de pregrado en física, Universidad Industrial de Santander, Colombia, isabella2240675@correo.uis.edu.co

Síntesis

En una primera instancia, el libro se encarga de introducir al lector en la teoría que cimienta su contenido: la neuroeducación. Dentro de esta dinámica, se le atribuyen diferentes dimensiones de significado al tema disciplinar. De acuerdo con Mora, la neurociencia es un esfuerzo por proveer un respaldo científico al comportamiento humano, y, por ende, a los conocimientos en pedagogía. Así pues, con base en el creciente desarrollo de este campo, el libro la articula como el motor que motiva a una nueva visión de la enseñanza; esto es, como aquella que incentiva el inicio de una revolución en la manera en la que es concebido el aprendizaje, y en la cual el cerebro es posicionado como epicentro. El otro de los ejes, referente a la neuroeducación como una herramienta, respalda que estos conocimientos de los múltiples ingredientes cerebrales pueden ser de gran importancia para la creación de estrategias en favor de la enseñanza y la memoria, al igual que para la detección temprana de individuos con problemas neurológicos y psicológicos. En suma, el autor propone a este campo como una forma de enfatizar el papel del docente como agente de cambio, siendo que ahora por los avances en neurociencia, se conoce que tiene la capacidad de influir en el desarrollo cerebral de los estudiantes, en su física y química, o en su anatomía y fisiología.

Ahora bien, antes de adentrarse en este nuevo paradigma educativo, el libro presenta algunos principios cerebrales que facilitarán la comprensión del lector sobre el funcionamiento del cerebro y su relación con el aprendizaje. En este sentido, se mencionan algunas estructuras cerebrales clave, como la corteza prefrontal, el hipocampo y la amígdala, y se les adjudica su impacto en la conducta. De igual forma, se destaca una idea clave para el desarrollo teórico de la obra, y es que la sinapsis, la conexión entre neuronas y responsables de toda la actividad subyacente a cada proceso neurofisiológico, ocurre a lo largo de toda la materia cerebral en forma diversificada, pero organizada a modo de cortezas. Y que, a su vez, el desarrollo de cada una de estas áreas se da a diferentes ritmos de manera incesante a lo largo de todo el arco vital. Como consecuencia de lo anterior, se presentan los conceptos de neuroplasticidad y de ventanas plásticas, competentes al desarrollo no lineal ni rígido del cerebro. Más bien, se explora la analogía que asemeja dicho desarrollo a un sistema de puertas que se abren y se cierran en momentos específicos, en donde se permite el paso de información y donde la misma se consolida con el paso del tiempo.

En concordancia a la temática previa, otro de los tópicos abordados refiere a la forma en la que las diferentes etapas de la vida marcan el desarrollo cerebral y, por ende, las formas de adquirir conocimientos. El autor explica que dicho proceso de aprendizaje inicia ya en el útero, y que continúa tras el nacimiento y durante los primeros dos años de vida junto con una sobreproducción de circuitos eléctricos. Ahora por la neurociencia se conoce que esta etapa de aprendizaje se guía por procesos empíricos, por la «observación» del niño de su entorno y de la imitación de la conducta de sus padres. Es, para Mora, el tiempo en el que se debe experimentar el mundo, en el que se aprende de los colores, las formas, las texturas y los sonidos, y, por ende, constituye el momento en el que se fundamenta el desarrollo del pensamiento abstracto. Posterior a este periodo, el niño de entre tres a ocho años experimenta el traslado a la escolarización, y comienza a tener contacto con ideas más abstractas. El autor resalta la importancia de las instituciones educativas en este proceso, pues es aquí donde, por el ambiente social, se aprende a mantener el autocontrol y la atención focalizada. Dicho desarrollo continúa a lo largo de toda la academia, en donde el conocimiento aumenta de dificultad progresivamente.

De la misma manera, otro de los ejes centrales de la obra se basa en la secuencia de eventos que subyacen al aprendizaje. A nivel neurológico, el libro describe cómo este proceso inicia con la recepción de un estímulo —por ejemplo, lo dicho en una clase— por parte de las neuronas sensoriales distribuidas a lo largo todo el organismo. Tal estímulo llega después al sistema límbico, donde una etiqueta de placentero o desagradable se le es asignada; es decir, se experimenta una emoción, una respuesta subjetiva ante una información. Posteriormente, se pasa a las áreas de asociación de la corteza cerebral donde se construyen los procesos mentales, de razón y pensamiento. Con base en lo expuesto, el autor concluye que, cuando el estímulo llega a la

parte donde se racionaliza, ya viene impregnado de una emoción. Entonces, se dice que el binomio cognición-emoción es indisoluble; que no existe la razón sin emoción. Precisamente, este mecanismo fue el agente que permitió al humano primigenio preservarse, mediante la identificación de estímulos positivos o negativos; huyendo del peligro y acercándose a lo que es beneficioso para su supervivencia. La conducta, explica Mora, está dictaminada por lo que se siente.

Todavía cabe por señalar dos aspectos abordados en la obra de suma importancia en el proceso de aprendizaje: la curiosidad y la atención, ambos estrechamente ligados a la emoción. En particular, se presenta que las emociones, además de teñir experiencias de manera negativa, son el motor que impulsa la curiosidad. Así, el autor ilustra al mamífero como un animal naturalmente curioso, pues en su ejercicio de encontrar ventajas para su supervivencia, se ve recompensado biológicamente al investigar y rebuscar en su entorno. En consecuencia, se muestra al ser humano con preferencia de lo distinto a lo monótono, focalizando su «atención» en lo singular. En este sentido, la atención es descrita como el proceso que dispone la selección de un estímulo entre varios, y es vista, en un sentido analógico, como un foco de luz que se dirige hacia el objeto de interés específico. Y es que, tal como un foco, se explica que este se enciende después de «chispazo», es decir, después de ese encendido emocional que produce la curiosidad. En el libro son descritos ambos, curiosidad y atención, como la dupla que hace posible que el individuo se vea intrigado por lo que le rodea, y que sea capaz de ser consciente y de distinguir del ambiente aquello por lo que se siente «algo». Esto es, sin curiosidad ni atención, el aprendizaje es imposible.

Igualmente, cabe destacar que, a lo largo de sus páginas, el libro es preciso en señalar al aprendizaje como núcleo temático. Desde un primer momento, se resalta cómo, incluso durante la gestación, ya se es sujeto de la adquisición de experiencias que sientan las bases para el desarrollo cognitivo futuro. El aprendizaje, es tomado como la capacidad principal que le permite a todo organismo sobrevivir. ¡Caracoles!, ya conocen y actúan según los estímulos que le hacen bien —como la comida—, y aquellos que le suponen daños. En términos de neurociencia, el acto de aprender se entiende como el cambio del cableado sináptico, sea consciente o inconsciente. Lo anterior es, el proceso por el que se asocian, distinguen o se clasifican las cosas. Y es que, todo ser humano es expuesto en la obra como máquina de aprendizaje incesante, que cambia, corrige y modifica su cerebro, y que también refuerza dichos conocimientos por medio de la repetición y la práctica. Dicho proceso por el cual los aprendizajes son consolidados a través del tiempo, y también por el que se es capaz de evocarlos de manera atemporal, es la memoria. En la narrativa propuesta se presenta el proceso de consolidación de los recuerdos, al igual que los tipos de memoria y su papel dentro del aprendizaje, y en la construcción del conocimiento.

Poco antes de la parte final del libro, se abordan los factores que influyen en el proceso del aprendizaje, explorando, consigo, algunas técnicas para aprender mejor y los conceptos de rendimiento mental, el sueño y la manera mediante la cual aspectos como la arquitectura pueden afectar en dicho proceso. En específico, se resalta el papel del error y la repetición en el ejercicio de la consolidación de la memoria, y cómo la reducción de las horas de descanso puede producir afectaciones no solo en la adquisición de conocimientos, sino también cambios en la conducta. De igual manera, se presentan otros componentes —como poseer alguna dificultad de aprendizaje, la iluminación o el ambiente en sí mismo— que repercuten activamente en el proceso educativo, al igual que se proponen métodos por los que se pueden potenciar, o por lo menos, no disminuir dicho rendimiento.

Finalmente, el autor se dedica a profundizar en las posibles aplicaciones que conllevan estos conocimientos del aprendizaje a nivel neurocientífico. Para tal fin, analiza el proceso de adquisición y construcción de conocimiento durante la etapa universitaria, así como el pensamiento crítico y, sobre todo, el perfil del educador basado en la neurociencia. Y es que, dada la naturaleza del cerebro, Mora señala que todo proceso de enseñanza–aprendizaje ha de darse a través del tamiz de la emoción. Por tanto, se resalta la importancia de que todo maestro sea consciente de este hecho, con el fin no solo de que produzca mejores

resultados en cuanto a la efectividad de sus enseñanzas, sino también para que motive al estudiante en su misión de seguir aprendiendo. Que el paso por la educación logre más que un universitario reciba su título, y que el niño siga sintiéndose curioso. Dado que se destaca esta reciente necesidad de aprovechar la neurociencia en la educación, surge la profesión de «neuroeducador», un docente que, a través de sólidos conocimientos médicos y psicológicos, sea capaz de captar la atención del estudiante, mostrarse empático y motivarlo en este proceso de «transformación cerebral».

En definitiva, esta es una obra que merece ser leída por todo interesado en la neurología y en el desarrollo cognitivo, dado que presenta una nueva perspectiva del aprendizaje por medio de un lenguaje sencillo y con la utilización de experimentos científicos. El ser consciente de cómo se dan los procesos cerebrales durante la adquisición de conocimientos, al igual que su naturaleza emocional, es de gran importancia no solo para la comprensión y prevención de factores que afectan a la educación, sino también para la creación de estrategias. Las propuestas presentadas en este libro pueden serle útil incluso a quien no pretende ejercer la enseñanza, dado que estos saberes proveen un marco con el cual se logra entender la propia conducta. Sin dudarlo, la neurociencia es un campo en desarrollo, que brinda una concientización respecto a la existencia de un respaldo científico de los procesos subyacentes al aprendizaje. Cuanto más de su difusión y aplicación, será mayor la posibilidad de transformar la educación en un proceso dinámico, fundamentado y adaptable, más efectivo y significativo para todos los agentes involucrados.