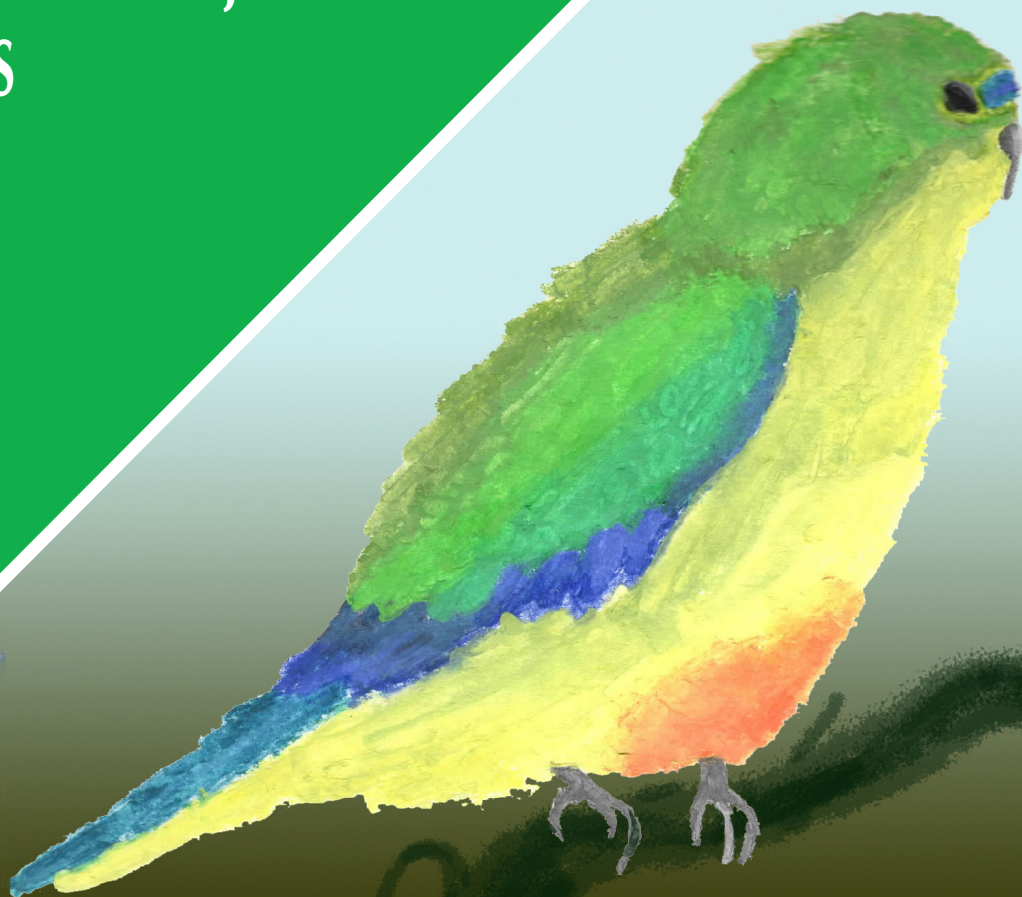


GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS



VOL. 19 NÚM. 1
ENERO - ABRIL DE 2024



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS VOL. 19 NÚM. 1. ENERO - ABRIL 2024 • ISSN: 2346-4712 • e-ISSN: 2665-3303



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Volumen 19-Número 1
enero - abril de 2024

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

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Olga Lucía Castiblanco

Equipo de gestión editorial

Diego Fabian Vizcaino Arevalo

Sandra Milena Zabaleta

Leidy Paola Suarez

David Rodriguez Barbon

Grupo de Investigación:

Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Apoyo gestion OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación

Diego Fabian Vizcaino

Portada

Crédito Imágen: Zulma Vizcaino Castiblanco

El loro vientre naranja es una especie amenazada. Estos migran en época de reproducción, hace varios años que de esta solo volvían a Colombia 20 aves casi llevando la especie a la extinción, sin embargo, este año volvieron 81 aves, dando esperanza de que se puedan recuperar.



**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

Sandra Milena Zabaleta
Leidy Paola Suarez
David Rodriguez
Equipo Técnico Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Paulo Idalino Balça Varela
Universidade do Minho, Portugal

Dr. Nestor Camino
Universidad Nacional de la Patagonia. Argentina

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dr. Gildo Giroto Junior. *Universidade Estadual de Campinas. Brasil*

Dr. Aaron Perez-Benitez, *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Mexico.*

Dr. Javier Aguirregabiria Barturen, *Universidad de Deusto. España*

Ailton Paulo de Oliveira Júnior, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Brasil*

Alberto Jesús Iriarte Pupo, *Universidad de Sucre, Colombia.*

AlejanGarcía Franco, *UAM Cuajimalpa, Mexico*

Andrés Mauricio Grisales Aguirre, *Fundación Universitaria Luis Amigó, Colombia*

Antonio García-Carmona, *Universidad de Sevilla, España.*

Boniek Venceslau da Silva, *Universidade Federal do Piauí, Brasil.*

Bruno Edson Chaves, *Universidade Estadual do Ceara. Brasil*

Cristian Yasser Martínez Rodríguez, *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey, Mexico.*

Dora Magaly Garcia Ibarra, *Universidad del Valle, Colombia.*

Fabiele Cristiane Dias Broietti, *Universidade Estadual de Londrina, Brasil.*

Fábio Ramos da Silva, *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil.*

Francisco Javier Robles Moral, *Universidad de Murcia, España.*

Gilberto Santos Cerqueira, *Universidade Federal do Ceará. Brasil.*

Jessica dos Reis Belíssimo, *UNESP, Brasil.*

Karla Reyes, *Universidad de Nariño, Colombia.*

Liliana Vasquez Mercado, *Universidad de Guadalajara, Mexico.*

Luciana Caixeta Barboza, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.*

Manuel Fredy Molina-Caballero, *Universidad Nacional de Colombia*

Manuel Gustavo Leitão Ribeiro, *Universidade Federal Fluminense – IB, Brasil.*

Maria Madalena Dullius. *Universidade do Vale do Taquari. Brasil.*

María Mercedes Chacara Montes, *Universidad de Sonora, Mexico.*

Mario Humberto Ramírez Díaz, *Instituto Politécnico Nacional, Mexico*

Martín Pégola, *Universidad de Buenos Aires, Argentina.*

Nelly Yolanda Cespedes, *Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia.*

Porfirio Gutiérrez, *Universidad de Guadalajara, Mexico.*

Rafael Omar Cura, *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Buenos Aires, Argentina.*

Samantha Culma, *Universidad del Valle, Colombia.*

Solvay Mora, *Gobernación del Tolima, Colombia.*

Lourdes Aragón, *Universidad de Cádiz, España*

Vinícius Catão, *Universidade Federal de Viçosa, Brasil.*

Zaida Mabel Angel Cuervo, *Universidad Antonio Nariño, Colombia.*



Contenido

EDITORIAL

- Educar en ciencias: un pretexto perfecto para educar para la vida. 1
Educating in science: a perfect excuse to educate for life
Educar em ciências: uma desculpa perfeita para educar para a vida
Ximena Mora Cubillos.

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Mario Humberto Ramírez Díaz 4
Interview with Mario Humberto Ramírez Díaz
Entrevista a Mario Humberto Ramírez Díaz
Johan Nicolás Molina Córdoba

ARTÍCULOS

- Recursos pedagógicos accesibles para la enseñanza de la química a estudiantes con discapacidad visual: una revisión sistemática entre 2007 y 2022 11
Accessible pedagogical resources for teaching chemistry to visually impaired students: a systematic review between 2007 and 2022
Recursos pedagógicos accesibles para la enseñanza de la química a estudiantes con discapacidad visual: una revisión sistemática entre 2007 y 2022
Lidivânia Silva Freitas Mesquita y Ana Karine Portela Vasconcelos
- O pibid e a possibilidade de contribuir com formação de seres transformadores 27
Pibid and the possibility of contributing to the training of transforming
Pibid y la posibilidad de contribuir a la formación de seres transformadores
Elisandra Chastel Francischini Vidrik
- Caracterização da produção acadêmica sobre o ensino de astronomia em periódicos da área de educação em ciências 37
Characterization of academic production on the teaching of astronomy in journals in the area of science education
Caracterización de la producción académica sobre la enseñanza de la astronomía en revistas del área de educación en ciencias
Taís Regina Hansen y Luciana Bagolin Zambon
- Generando vías para el mejoramiento de la formación docente en la enseñanza de la física cuántica 54
Generating ways to improve teacher training in the teaching of quantum physics
Gerando caminhos para melhorar a formação de professores no ensino de física quântica
Eduardo González, Patricia Fernández y Jordi Solbes
- Análise do tema vacinação em livros didáticos de ciências 71
Analysis regarding vaccination in science textbooks
Análisis del tema vacunación en libros didáticos de ciencias
Elizabete França, Juliane Priscila Diniz Sachs, Mariana Bolake Cavalli, Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva y Fernanda Aparecida Meghioratti



Contenido

Instrumento para potenciar nociones intuitivas del cálculo de volúmenes desde la perspectiva de los indivisibles de cavalieri Instrument to enhance intuitive notions of volume calculus from the perspective of cavalieri indivisibles Uma ferramenta para melhorar as noções intuitivas de cálculo de volume na perspectiva dos cavalieri indivisíveis <i>Angie Daniela Pinilla Castañeda, Alejandra Díaz Hernandez y Cristian Daniel Castellanos</i>	88
Impacto de actividades de desarrollo profesional en las practicas docentes de matemáticas en colombia. Un estudio cuantitativo Professional development impact on colombian mathematics teaching practices. A quantitative study. Impacto das atividades de desenvolvimento profissional nas práticas de ensino de matemática na colômbia. Um estudo quantitativo <i>Brigitte Johana Sánchez Robayo</i>	103
Ilha interdisciplinar de racionalidade como estratégia de ensino e aprendizagem de eletromagnetismo Interdisciplinary island of rationality as strategy for teaching and learning in electromagnetism Islotes interdisciplinarios de racionalidad como estrategia de enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo <i>João Carlos Barumby, Sérgio Camargo y Osmar Henrique Moura da Silva</i>	116
Aprendendo sobre o corpo humano por meio de entrevistas: quando grupos focais aproximam escola e universidade Learning about the human body through interviews: when focus groups bring school and university together Aprender sobre el cuerpo humano a través de entrevistas: cuando los grupos focales se acercan a la escuela y la universidad <i>Rodrigo de Souza Silva dos Santos, Patrícia Petitinga Silva y Gabriel Ribeiro</i>	135
Contribuições de Baruch Spinoza para as ciências Contributions of Baruch Spinoza to the sciences Las contribuciones de Baruch Spinoza a las ciencias <i>Mariza Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa y Vanderlei Folmer</i>	151
A construção de projetos por educandos do ensino médio: uma possibilidade para a educação cts The construction of projects by high school students: a possibility for sts education La construcción de proyectos por estudiantes de secundaria: una posibilidad para la educación cts <i>Lucas Carvalho Pacheco y Cristiane Muenchen</i>	165
Transformación de la práctica de enseñanza de un profesor de ciencias naturales en formación inicial a través de la metodología de lesson study Transformation of the teaching practice of a natural science teacher in initial training through the lesson study methodology Transformação da prática de ensino de um professor em formação de ciências naturais por meio da metodologia de estudo de aula <i>Santiago Velásquez Murcia y Gabriela Victoria Atehortúa</i>	179
Percepciones de estudiantes de educación secundaria sobre youtube como fuente de información para física y química Perceptions of secondary education students about youtube as an information source for physics and chemistry Percepções de alunos do ensino médio sobre o youtube como fonte de informação para física e química <i>Daniel Valverde-Crespo y Joaquín González-Sánchez</i>	189



Educar en ciencias: un pretexto perfecto para educar para la vida

Ximena Mora Cubillos***

Como citar: Mora-Cubillos, X; (2024). Educar en ciencias: un pretexto perfecto para educar para la vida. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 1 - 3 DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21948>

La educación ha sido considerada durante siglos como un pilar en la construcción de los procesos sociales. Su impacto, más allá de la temporalidad, ha marcado los horizontes de la historia que como humanidad hemos construido y que hoy en día vemos sus frutos. Ese legado de generaciones en generaciones parece, hoy en día, sentarnos al orden, llamarnos a la reflexión, acción y transformación, en búsqueda de horizontes hacia un devenir más esperanzador que el que estamos transitando actualmente.

Para ninguno de nosotros es un secreto los grandes desafíos que estamos viviendo actualmente como humanidad. Atravesamos sindemias, conjunto de pandemias que, se han exacerbado como producto de situaciones que históricamente hemos prorrogado sin respuestas efectivas. El cambio climático y sus manifestaciones extremas en diferentes partes del planeta. La latente amenaza de una cuarta guerra mundial y el sinnúmero de enfrentamientos por conflicto interno que atraviesan países “en desarrollo” y “en vía de desarrollo”, donde el legado es un tejido social cada vez más débil, una alta vulneración a todo tipo de derechos y una constante movilización forzada para recién nacidos, niñas, niños, jóvenes, mujeres, hombres y adultos mayores que, luego de transitar kilómetros sin alimentos y agua, reciben el rechazo de otra parte de la sociedad agobiada por el incremento en los precios de los alimentos, el coste de vida y las escasas oportunidades para sí mismos y sus familias.

La realidad parece ser abrumadora, desconcertante y difusa. Parece ser que, el sentido de la vida se perdió, que perdimos como humanidad lo más valioso y profundo: el valor por la vida. Sin embargo, las maestras y los maestros estamos llamados, a pesar de las complejas circunstancias en las que transitamos día a día, a llevar esa luz de esperanza, a acompañar desde el reconocimiento y el respeto por la otredad y sus historias de vida, a construir y, a deconstruir en medio de las adversidades en el entorno. Las maestras y los maestros somos agentes de cambio a través de los procesos pedagógicos, la formación de ciudadanía y la dignificación de la existencia. Por lo anterior, apreciado colega, quisiera compartirle unas reflexiones que alientan mi actuar en el aula, desde el aula y fuera de ella. Reflexiones cuya pretensión mayor invitar ese llamado a la acción desde nuestro lugar, ese lugar en la educación. A pasar de ser observadores a propiciar escenarios de transformación desde ese espacio potente que es la escuela. Adentrémonos en tres reflexiones puntuales:

*** Maestra, egresada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Doctora en Alimentación y Nutrición Humana de la Universidad de Barcelona (España). Defensora de Derechos Humanos, especialmente del Derecho Humano a la Alimentación Adecuada y el Derecho a la Educación. Consultora especializada en Innovación Educativa y procesos académicos en Educación Superior. Formadora de formadores. Profesional especializada en el acompañamiento técnico de políticas públicas a nivel territorial. Consultora especializada en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)., ximenamorac.phd@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6905-7695>

1. Volver a la esencia de lo que somos. Estamos sumergidos por toneladas de informaciones que recibimos desde múltiples fuentes. Las redes sociales y los entornos digitales se han convertido no solo en un medio de contacto con el mundo, sino en el reflejo de ideales muchas veces lejanos a nuestras realidades. Con facilidad perdemos el horizonte de quienes somos, de dónde venimos y de interpretar cómo es la realidad que transitamos. Estamos afuera, siendo el reflejo de los otros, tratando de subsistir el día a día sin comprender lo que sucede. Aquí, la acción pedagógica más revolucionaria es volver a la esencia de lo que somos. Reconocer quienes somos, que nos agrada, que nos disgusta, de dónde venimos, como dicen nuestros paisanos afrodescendientes del pacífico colombiano, donde tenemos enterrado nuestro ombligo. Esas raíces, nuestras raíces, los legados socioculturales que nos hacen hoy quienes somos, pero también nos dan la posibilidad de tomar distancia sobre aquello que desde la reflexión no hace parte de nuestro sistema de valores. Querido colega, este ejercicio de volver a la esencia de lo que somos, inicia por nosotros mismos, por comprendernos, aceptarnos y valorarnos. Aprender a conectar con nuestras emociones, a las respuestas que damos ante situaciones adversas y, a aprender a establecer límites sanos que protegen nuestra integridad. Fortalecer el autoestima y la salud mental es, sin duda alguna, una tarea pendiente en los contextos escolares y una necesidad inminente en una sociedad cada vez más fracturada por el egoísmo y la intolerancia. El primer gran paso inicia desde nosotros mismos, desde nuestro interior, desde nuestra esencia. Es momento de conectar las emociones con la razón, lo afectivo con lo cognitivo y buscar estrategias que permitan la exploración emocional, el reconocimiento propio y las respuestas efectivas en el manejo de situaciones emocionales.
2. Cuidar nuestras casas. Allí donde transcurre nuestra cotidianidad. Cuidar la primera casa, nuestro cuerpo, es aprender de alimentación y nutrición, practicar actividad física regular, meditar, tomar descansos, aplaudir nuestros propios logros y sentir compasión ante la frustración. También hay que cuidar nuestra casa global, el planeta. Aquí la formación en sostenibilidad es crucial, requerimos de manera urgente dejar de lado el inmediatez y proyectar acciones desde lo individual y colectivo que conserve, preserve y garantice la subsistencia presente y futura. La formación en sostenibilidad es un ejercicio diario, desde lo cotidiano, cuando formamos ciudadanas y ciudadanos responsables de sus decisiones y cuando comprenden que cada decisión, por insignificante que parezca, afecta el sistema estamos garantizando segundos más al planeta. Por ejemplo, las elecciones alimentarias son un claro reflejo de ello. Cuando compramos a un campesino no solo estamos apoyando su trabajo, sino que fortalecemos la soberanía alimentaria en los territorios, fomentamos los circuitos cortos de comercialización, reducimos la huella de carbono de los alimentos, garantizamos un precio más justo a los productores y, probablemente, adquirimos productos locales con mayor valor nutricional. La casa global lo es todo, es la calle donde vivimos, el parque de la esquina, el colegio, la universidad, la ciudad, es lo “público”, aquello que requiere ser resignificado y cuidado. Es volver al cuidado como un pilar fundamental para salvaguardar la vida.
3. Reconocer que somos sujetos de derecho y accionar en este sentido. Somos sujetos políticos, con derechos y deberes y, esto es importante tenerlo claro y accionarlo. Formar en ciudadanía es fundamental, no solo en el acto mismo proyectando el bien común, sino también en el conocimiento de los mecanismos de exigibilidad de derechos y solución de conflictos de acuerdo con las hojas de ruta según sea el caso. Cuando comprendemos que somos sujetos de derecho,

conocemos nuestras responsabilidades como ciudadanos, actuamos en conciencia en torno a la toma de decisiones electorales y comprendemos que nuestras acciones tienen consecuencias en los sistemas. Esta es una tarea retante y de alto compromiso y responsabilidad social. Es propiciar escenarios para que cada estudiante se asuma en la sociedad como un sujeto protagonista del cambio y corresponsable de las consecuencias de sus actos a mediano y largo plazo.

Por último, apreciado docente, quisiera agradecerle por los esfuerzos que realiza día a día, desde su lugar. Gracias por asumir la corresponsabilidad que nos conecta desde la educación y, por accionar a favor de la vida, la dignidad y los derechos. La educación en Ciencias es una oportunidad maravillosa para la formación integral para la vida y para salvaguardar la vida misma.

REFERENCIAS DE LA AUTORA

- Khan, N., Khymenets, O., Urpí-Sardà, M., Tulipani, S., Garcia-Aloy, M., Monagas, M., ... & Andres-Lacueva, C. (2014). Cocoa polyphenols and inflammatory markers of cardiovascular disease. *Nutrients*, 6(2), 844-880.
- Mora-Cubillos, X., Tulipani, S., Garcia-Aloy, M., Bulló, M., Tinahones, F. J., & Andres-Lacueva, C. (2015). Plasma metabolomic biomarkers of mixed nuts exposure inversely correlate with severity of metabolic syndrome. *Molecular nutrition & food research*, 59(12), 2480-2490.
- Tulipani, S., Mora-Cubillos, X., Jauregui, O., Llorach, R., García-Fuentes, E., Tinahones, F. J., & Andres-Lacueva, C. (2015). New and vintage solutions to enhance the plasma metabolome coverage by LC-ESI-MS untargeted metabolomics: the not-so-simple process of method performance evaluation. *Analytical chemistry*, 87(5), 2639-2647.
- Tulipani, S., Griffin, J., Palau-Rodriguez, M., Mora-Cubillos, X., Bernal-Lopez, R. M., Tinahones, F. J., ... & Andres-Lacueva, C. (2016). Metabolomics-guided insights on bariatric surgery versus behavioral interventions for weight loss. *Obesity*, 24(12), 2451-2466.
- Del Castillo Matamoros, S. E., Cadavid Castro, M. A., Mora Cubillos, L. X., Parrado Barbosa, Á., Caicedo Ortiz, P. N., Parra Castillo, A. I., ... & Méndez Rendón, J. C. (2020). Aprendizajes en tiempos de la COVID-19.



ENTREVISTA A: MARIO HUMBERTO RAMÍREZ DÍAZ *

Por: Johan Nicolás Molina Córdoba **



Foto: Archivo personal.

Palabras clave: Formación para la enseñanza de la física, el impacto de las TICs, Estándares de competencias.

Mario Ramírez Díaz (MR) - Actualmente es profesor titular en el Departamento de Posgrado del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional de México. Es Doctor en Física Educativa, Maestro en Ciencias con Especialidad en Física y Licenciado en Física y Matemáticas, todos por el Instituto Politécnico Nacional. Ha sido profesor en varias Universidades de México e invitado de Universidades en Chile y Colombia. Sus trabajos de Investigación y publicaciones incluyen los estilos de aprendizaje, el modelo de educación por competencias, formación docente y la enseñanza de la física.

Breve

Nicolás Molina (NM) – Actualmente es Licenciado en Física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Magíster en Astronomía de la Universidad Nacional de

Colombia, es coeditor de la revista especializada del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), eSPECTRA, y miembro del Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y del Group of Solar Astrophysics (GoSA) del OAN. Trabaja actualmente como docente de la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en Ráquira, Boyacá. Además, es cofundador de Orbitamautas, un semillero dedicado a la difusión, divulgación y enseñanza de la Astronomía.

NM: Buenas tardes, Mario, muchas gracias por concedernos esta entrevista. Para empezar, me gustaría que comenzáramos con una breve introducción sobre tu trayectoria profesional, y sobre la experiencia que has tenido en diferentes escenarios, tanto de la física como de enseñanza

* Doctorado, Instituto Politécnico Nacional, México, mramirezd@ipn.mx, <https://orcid.org/0000-0002-3459-2927>

** Magíster en Astronomía. Docente: Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en Ráquira, Boyacá. jomolinac@unal.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-7938-8295>

de la física, y cómo todo eso te ha llevado al lugar en el que estás hoy en día.

MR: Claro, voy a tratar de ser muy directo. Yo soy Mario Ramírez Díaz, originario de la Ciudad de México, soy licenciado en física, bajo el entendido de que aquí en México, el licenciado en física es el físico. Soy físico teórico, tengo un magíster en física teórica, trabajé cuestiones de biofísica en particular y posteriormente me introduje en el mundo de la educación y realicé un doctorado en lo que aquí llamamos física educativa, es decir, soy doctor en física educativa. Más allá de mi trabajo como físico teórico, empecé a introducirme en este mundo del aprendizaje y enseñanza de la física, en su momento, trabajando sobre los estilos de aprendizaje, particularmente en física, después trabajando sobre modelo por competencias, nuevamente aplicado para los cursos de física y por ese camino me he ido moviendo. Actualmente, trabajo en la misma institución de donde me gradué, es decir, el Instituto Politécnico Nacional aquí de la Ciudad de México, en el programa de posgrado en física educativa, del cual tuve la oportunidad de ser coordinador hace ya un par de años. Fui 4 años coordinador del programa y pues fue muy satisfactorio. Yo en este momento dirijo trabajos de investigación en enseñanza de la física y bueno, la vida me ha ido llevando por el camino para desarrollar trabajos, particularmente en los últimos años, en enseñanza de la física a niveles básicos en preescolar y primaria elemental aquí en México y ha sido una experiencia muy interesante. Es así de manera muy resumida, mi formación.

NM: Ya que tienes todo el amplio espectro educativo cubierto en experiencia. Me llama la atención sobre ¿Por qué estás trabajando con niños?

MR: Sí, de hecho es curioso. Porque algo que se me olvidaba mencionar es que este posgrado en el que yo trabajo es un posgrado que desde su origen, es decir, desde 2007, se trabajaba de manera remota, por cierto, nuestro posgrado es en línea y por ejemplo, tenemos muy buena

experiencia con estudiantes colombianos y es curioso porque previo a reunirme contigo estaba revisando el trabajo de uno de mis estudiantes que está en Bogotá, curiosamente haciendo enseñanza de la física en segundo de primaria, en Bogotá, por medio de Educación comparada con inglés, entonces enseñanza de la física con inglés a niños de primaria, esto para que te des una idea de las cosas en las que ando metido ahora, ¿de acuerdo?

NM: Me inquieta, saber, la motivación que tienes por cómo has recorrido todo este camino, ¿qué fue lo que te atrajo por ejemplo a esto de la formación en física educativa?

MR: Claro. Mira, acá en México, a diferencia de Sudamérica, de Colombia en particular, que ustedes sí tienen, por ejemplo, los programas de licenciatura en física, en el entendido que es un maestro para alguien que se está preparando para enseñar física, acá en México no tenemos ese tipo de programas. Entonces, quien se dedica a dar las clases de física, particularmente en los niveles medio y universitario, somos físicos. Al respecto, me gusta mucho una frase que comenta un teórico de la educación en ciencias, el doctor Eduardo Moltó, él dice “quien es a veces o en no pocas ocasiones, el peor maestro en física es aquel que tiene un doctorado en física” y era lo que veía; puedes tener todo el conocimiento disciplinar, pero llevarlo al aula es muy complicado. Y yo lo veía. Entonces me empezó a llamar mucho la atención el analizar cómo llevar al aula los resultados de una investigación educativa, también empecé a ver una desconexión entre quienes se dedicaban a hacer investigación educativa como tal y quienes se dedicaban a hacer la parte disciplinar y la unión de esos mundos ha sido muy interesante. Y como bien mencionas, yo he tratado de cubrir el espectro porque también estudio la formación de físicos, es decir, por qué un físico se mal forma tanto, ¿no? Y es bien interesante. Entonces, esa es una de las motivaciones que me ha llevado a ver que la física, a pesar de ser una disciplina tan bonita, tan interesante, tan útil, se lleva a veces, particularmente acá en México, de manera tan deficiente y eso te va llevando a desmotivación,

a que poca gente quiera seguir este tipo de carreras, etcétera.

NM: Sí, creo que es un problema del mundo. Solía pensar que ocurría sólo en Latinoamérica, pero viendo las estadísticas que declaran que todo esto que está pasando, de que hay pocas personas interesadas en la ciencia, es en todos los lugares del mundo.

MR: De hecho. Mira, una de las partes interesantes o benéficas que tiene un posgrado como el nuestro es que tenemos estudiantes, como te comentaba, ya en Colombia. Pero tenemos estudiantes en Chile, hemos tenido estudiantes en Irán, por ejemplo, en Angola. Y sí, en efecto, problemas hay en todos lados, claro, con su particular punto de vista, ya de manera muy específica en cada región. Pero sí, problemas para la enseñanza de la física hay en todo el mundo y también hay muchos estereotipos en todos lados, por ejemplo, tenemos acá un seminario donde hace poco una egresada, también de nuestro programa, que está trabajando ahora en Japón, dio una plática y era muy curioso porque tenemos muchos estereotipos sobre cómo se enseña ciencias en Japón, pensando por ejemplo que todo está tecnificado y que ven con robots y todo. Y no es cierto, dice ella. Allá se ven algunas cosas incluso de manera más clásica que como se ve en Latinoamérica. Por ejemplo, la Pizarra sigue siendo de tiza, los estudiantes tienen que seguir limpiando los borradores, se sigue enseñando por repetición, siguen teniendo muchos problemas de género, y esa desconexión es también interesante de estudiar porque a veces caemos en el estereotipo. Es bueno saber estas cosas puesto que seguimos cayendo en los estereotipos de que, debemos hacer lo que hacen en Estados Unidos, por ejemplo, aún cuando en las pruebas de valoración diseñadas por ellos mismos, ni siquiera alcanzan los primeros 10 lugares en el mundo. Acá nos pasa mucho en México, aunque también en Colombia, por ejemplo, voltear a ver hacia el norte y decir: Estados Unidos es el ejemplo, hay que hacer todo lo que hacen allá. Y cuando te pones a estudiar bien esto, ves, por ejemplo, que en indicadores creados por ellos

mismos como las pruebas PISA en ciencias o matemáticas, no están en los primeros 10 lugares. Entonces uno se pregunta ¿por qué voltear a verlos a ellos?

NM: Todo esto que me comentas, me lleva a algo muy importante, que según lo que dijiste en tu presentación inicial, es un campo que exploraste con cierto detalle, y es sobre el modelo por competencias, pues es algo que ha generado mucha polémica en el campo educativo. ¿Qué opinión tienes frente a toda esta situación desencadenada por el modelo educativo por competencias?

MR: Claro que es algo que ha generado mucha polémica, por lo menos aquí, allá en Colombia también, hay muchos docentes, muchos estudiantes universitarios que están un poco en contra.

NM: ¿Tú qué opinas de todo esto del modelo de Educación por competencias?

MR: Yo creo que de inicio tiene mala prensa, es decir, todo modelo educativo, el que sea, incluyendo el conductismo, tiene ventajas y desventajas. ¿Cuál ha sido el problema que tuvo o que sigue teniendo el modelo por competencias o los modelos por competencias? Porque no es un modelo único; casi cada autor te puede dar su versión del modelo por competencias. El problema ha sido que se llevó por imposición, no se llevó a las bases, al profesor, y decirle: "Vea, existe este modelo, puede ser que le guste", o incluso hay muchas cosas que ya el profesor hace que no le llama competencias, pero son competencias. Nos pasó en una primera investigación que hicimos por acá, por ejemplo, que le decíamos al profesor: "De estas competencias en ese momento del modelo Tuning, que también lo proponía desde la OCD (que esa es la otra parte de la mala prensa que tiene) ¿Cuáles hace usted y cuáles considera importantes?" Y nos respondía: "No, si me dice competencias, yo no lo hago y no le voy a contestar." Y otro colega nos dijo: "Haz el mismo cuestionario, la misma pregunta, pero no le llames competencias. Verifica de estas actividades, ¿cuáles realiza y cuáles cree que son

importantes?" Y sorpresa, mucha gente nos contestó. Entonces, ese es un primer problema que creo que tiene: la mala prensa; al haber sido por imposición, muchos profesores, incluido yo, pueden decir, "No" y más si trae el sello de Estados Unidos o lo que quieras, incluso del mundo laboral de la OCDE. Si lo aterrizas de manera diferente, ya el profesor puede ver sus ventajas y desventajas, tiene sus ventajas como todo, tiene sus desventajas. Yo creo que buena parte de lo que viene en el modelo por competencias es muy útil y es algo que ya desarrollamos, simplemente es ponerle un poco más de orden, implica más trabajo del profesor, más compromiso, más salirse de la situación puramente disciplinar, en el caso (por ejemplo) de la resistencia que tenemos en ciencias o matemáticas, a involucrar nuevos modelos. En muchas de las charlas que doy sobre competencias o sobre cualquier otro modelo, me gusta dar un ejemplo de un colega doctor en física acá en la Escuela Superior de Cómputo que le daba clases a futuros ingenieros en sistemas, pero también les daba la clase de física. En una de esas investigaciones yo le decía: "Me puedes apoyar contestando algunos instrumentos" y me decía: "Mira, a mí ni me digas, yo doy la física como la daba Newton hace 500 años y me funciona." Bueno, pues Newton no vivió hace 500 años para empezar, y si así fuese, no creo que dieras las clases como Newton, o sea, yo creo que tú las das con cálculo diferencial y no con el método de las fluxiones. Lo que es que a veces nos quedamos en un Estereotipo para no cambiar.

Ese es uno de los problemas que tiene el modelo por competencias, como puede tener cualquier otro tipo de modelo educativo, esa poca disposición al cambio que tenemos todos. Y bueno, esa es la desventaja que le veo. Sobre las ventajas, yo creo que tiene bastantes. Nos ayuda, por ejemplo, en el mundo de la física, que es lo que trabajo, pero de las ciencias en general, a involucrar resultados de investigación, a complementar, a ver cómo contextualizamos lo que enseñamos. Porque, por ejemplo, particularmente a nivel universitario, digamos

cualquier tema de física que estés dando en una clase, por ejemplo, la ley de Snell, y el estudiante, una pregunta clásica que te hace: "Y eso para qué me va a servir?". "Ah, no sé, porque tienes que pasar la materia". Y no, en una competencia tú lo vas a tener que relacionar, por ejemplo, con cómo te sirve para la resolución de problemas, o cómo te sirve para vincularlo con otros cursos, cómo lo relaciona con la vida real, con el mundo laboral. Y eso pues hace que el profesor tenga que formarse en este tipo de cuestiones. Y eso no siempre es sencillo.

NM: A propósito de esto de las competencias y el Boom que estamos viviendo actualmente alrededor de la Inteligencia Artificial, ¿cómo vislumbra todo el panorama educativo respecto a la enseñanza de la física?

MR: Claro. Yo creo que toda la educación en general, y las ciencias en particular, tienen que ir incorporando la tecnología. Quien no la vaya incorporando... voy a sintetizarlo con una frase que me gusta de Marco Moreira, de Brasil, que dice con respecto al currículo, ni siquiera todavía sobre la tecnología en sí, pero dice: "¿cómo queremos enseñarles a chicos del siglo XXI con profesores del siglo XX, física del siglo XVII?". Claro. Entonces nosotros tenemos que ir involucrando nuevos recursos tanto tecnológicos como metodológicos, como de motivación a nuestros estudiantes para que les sea atractivo, ¿yo cómo le puedo hacer atractivo a un chico que estudie el teorema de trabajo-energía cinética si se lo pongo así en bruto, o como decía este colega que te comento, como lo escribió Newton, aunque no lo escribió Newton. No, cuando él puede ver en una película de Marvel, por poner un ejemplo muy burdo, cómo se está utilizando ahí el teorema de trabajo y cinética. Algo que sí me gusta, por ejemplo, de AAPT, de *American Association of Physics Teachers*, en Estados Unidos, ellos tienen dos reuniones al año, la de verano y la de invierno, pero no es únicamente una reunión de profesores de física, sino que la ligan con el contexto de la ciudad donde es, y pongo el ejemplo: cuando se hizo en Los Ángeles fue la física y el cine. Ah, entonces ya ves que la física, para su aprendizaje y su

enseñanza, ligarla con lo que hace el cine. Y por ejemplo, invitaron a Pixar, y era muy, muy interesante ver como, pues, los muñequitos, la animación, pues claro que utilizan ecuaciones de la física y todo esto. Tiempo después fue Nueva Orleans, por ejemplo, la física y el Jazz. Pues claro, que hay ondas sonoras, vamos. Le das un contexto tan importante. Tiempo después, fue en Sacramento, que es la capital del estado de California, allí fue la física y la política. Y también entras en un contexto que te lleva a ver cosas tan interesantes y atrasadas que pueden tener los propios norteamericanos. Por ejemplo, existe la sociedad colombiana de física, la sociedad mexicana de física, y existe la sociedad americana de física. Pero existe la Sociedad Americana de Física de los Negros, y la Sociedad Americana de Física de los Hispanos. O sea, incluso a ese nivel llegan las diferencias parciales. Retomando el tema, lo mismo pasa con el contexto, con el contexto tecnológico, la Inteligencia Artificial nos puede ayudar. Claro que sí nos puede ayudar, porque vamos, ¿de dónde viene la parte de programación de Inteligencia Artificial, de lenguajes de quinta generación, etcétera? Pues lo puedes ver con situaciones de análisis vectorial, por ejemplo, para la programación, ahí lo estás ligando. O cómo lo puedes utilizar para la parte educativa, pues eso te facilita mucho. Por ejemplo, quienes realizamos investigación, cuando utilizas algo como *Connected Papers*, que utiliza Inteligencia Artificial para la detección de artículos, ustedes que se dedican a la revista, tú le pones el DOI de cualquier artículo de Góndola, y ya te saca todo el árbol genealógico de ese artículo, los previos y los posteriores. Entonces no, no debemos de tenerle miedo, sino por el contrario. Apenas, hace un par de días, tuvimos una junta aquí con el cuerpo académico, y había un colega que decía: "no, pero cómo le podemos hacer para parafrasear x cosa para explicarle a los estudiantes en la convocatoria de ingreso, porque parece que no lo están entendiendo. Y él dijo: "muy fácil. Pues pregúntale a *ChatGPT* y te va a dar cinco o seis ejemplos, de los cuales tú ya vas a poder decidir". Tiene sus riesgos... Claro que tiene sus riesgos, como todo, pero yo creo que

más bien aquí se trata de perderle el miedo, ver qué ventajas te puede aportar, y conocerlo para que sepas precisamente qué desventajas te puede traer, y tratar de minimizarlas.

NM: Sobre esto último que me comentas, allá en algún momento se reunieron de pronto en el IPN y donde trabajas, una reunión de profesores o algo en relación con esto de la inteligencia artificial, ¿o no tuvo ese impacto?

MR: Sí, en eso estamos, recordemos que se actualiza cada día. Ayer, por ejemplo, salió una nueva red social, entonces tenemos que ver cómo esta nos puede ayudar. Las reuniones tienen que ser continuas, desafortunadamente, como comenta un colega por acá, a veces en el medio de la educación somos como elefantes neumáticos; la tecnología de la vida va corriendo como las liebres, y en la educación a veces vamos un poco más lento. Y sí, el tener este tipo de reuniones, donde la tecnología no nos vaya superando, o cómo la vamos incorporando, cuesta trabajo, pero si se tienen reuniones periódicas. Tan pronto como hace un par de días hubo una reunión sobre Inteligencia Artificial en investigación educativa por acá en el politécnico y son continuas. Claro que hay cierta parte de la comunidad en general de profesores a los que no les gusta, y esto lo demostró la pandemia, ¿no? Cuando de un día para otro nos vamos a trabajo remoto y se pensó por parte de muchos profesores que el trabajo remoto era mandar por correo un PDF con la clase, evidentemente resultó ser mucho más complicado, más complejo que esto, pero también nos dejó la experiencia de que se puede hacer; nos enseñó que nos tenemos que formar continuamente. Si esta entrevista me la hubieras propuesto hace 4 años, lo más probable es que me hubieras dicho "hagámosla por Skype" o "te mando unas preguntas por correo". Ahora puedes unirte por *Zoom*, por *Meet*, por *Teams*, por *WhatsApp Web*, y tienes que estar formado en todo esto, y es una formación continua, que, creo, a veces nos llega a faltar un poco a los profesores en general. No únicamente en ciencias.

NM: Profesor Mario, de pronto para finalizar, usted en el campo de investigación en específico, ¿en cuál trabaja actualmente ¿Ha visto algún desafío de pronto en esto de la pandemia, por ejemplo?, ¿surgieron nuevas preguntas de investigación?, ¿surgieron nuevos enfoques? Imaginando que tuvo que dictar clases en pandemia. ¿hay algo así como un tipo de metodología didáctica que le permita dictar una clase decente a través de la virtualidad?

MR: Fíjate que, en mi caso particular, en el caso del lugar donde yo trabajo, antes de pandemia, ya trabajábamos en un programa remoto y nos dimos cuenta de que la generación net, ni estaba tan tecnificada ni estaba tan dispuesta a esto. Entonces, algo en lo que yo indirectamente trabajo, es con los niños de preescolar. Mi trabajo es en un posgrado en el cual la mayoría, si no es que todos nuestros estudiantes, son a su vez profesores. Entonces yo me oriento con profesores de básica, de preescolar y de primaria. En aquel entonces yo me preguntaba, ¿Cómo llevaban esta situación con los niños? Porque hubo chicos que pues empezaron su programa en preescolar o primaria y no tuvieron la oportunidad de socializar. Y entonces como que entras en contradicción con las cuestiones piagetianas y vigotskianas de la parte de la construcción social del aprendizaje, y ahora llevarlo a esta situación de redes fue un desafío interesante, y posterior a la pandemia, ahora este mundo híbrido pos pandemia, cómo ha afectado a los aprendizajes, a la adaptación de metodologías de aprendizaje. Había metodologías como el llamado aprendizaje activo que se utiliza mucho en física, que, previo a la pandemia, siempre te decían tiene que ser algo estilo minds-on, hands-on, es decir que el estudiante tiene que manipular cosas, y ¿cómo hacías al estudiante manipular cosas en pandemia? Eso fue lo que precisamente desarrollo mucho cosas como los simuladores de realidad aumentada, realidad virtual, laboratorios virtuales, surgiera un boom con el cual después dices, "ok, ya tenemos la herramienta tecnológica". Ahora tiene que ir aparejado con una metodología que no se vuelva un juguete o

un videojuego más que utilizan los chicos. Esos son los desafíos que creo que estamos enfrentando, muy interesantes porque día a día surgen cosas. Te puedo poner un ejemplo así muy concreto, con los chicos de preescolar estábamos la vez pasada, y tenían que ver los colores, tan simple como esto, y el utilizar los simuladores PhET de la Universidad de Colorado para que pudieran hacer mezcla de colores y todo esto fue bien interesante, pero tuvo que ir aparejado con una metodología de pensar cómo llevas al niño al simulador. Y cómo es que lo tiene que manejar, porque el chico estaba en casa con el papá, y el papá o la mamá, a lo mejor son los que no pueden manejar la simulación, y el niño sí. Ahí está la verdadera situación, el profesor es el que no sabía cómo decirle a su grupo de chicos: "ahora vamos a hacer esto". Son retos bien interesantes que te siguen hacia la universidad y el posgrado. Puse este caso como ejemplo, pero este problema abarca todo el espectro de grados de la educación.

NM: Listo, Mario, muchas gracias, esto último fue un buen cierre de la entrevista, ¡un gusto conocerle!

RECIENTE PRODUCCIÓN DEL AUTOR

Flores-Castro, E., Campos-Nava, M., Ramírez-Díaz, M. H., & Moreno-Ramos, J. (n.d.). The Construction of Knowledge for the Teaching of Sciences: A Reflection Seen From the Pedagogical Content Knowledge (PCK). *Kurdish Studies*, 12(1), 3536-3555.

Salazar, L. M., Díaz, M. H. R., & Slisko, J. (n.d.). Critical thinking development in physics courses by PBL in virtual collaboration environments. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 31(4).

Yano, J. W. H., Díaz, M. H. R., & Carmona, B. D. (n.d.). Estrategia didáctica para identificar y modelar conceptos básicos de mecánica basada en los estándares científicos de la próxima generación. *Revista de enseñanza de la física*, 35(2), 151-163.

Díaz, M. H. R., & Moreno, F. E. (n.d.). El desarrollo de la alfabetización visual con el

- modelo 5E para el aprendizaje de las Leyes de Newton. *Diálogos sobre educación*.
- Escobar-Moreno, F., & Ramírez-Díaz, M. H. (n.d.). Desenho, implementação e resultados de uma oficina para estudantes reprovados na faculdade de física em engenharia química. *Revista Eletrônica Educare*, 27(1), 42-67.
- Díaz, M. H. R., Jiménez, I. G., & Paredes, J. A. M. (n.d.). Evaluation of professional profiles and teacher training for developing physics competencies. *resmilitaris*, 13(2), 3712-3731.
- Betance, G. N., Díaz, M. H. R., & Martínez, S. C. Z. (n.d.). Supporting Preschool Teachers to Teach Physics in Mexico. *The Physics Teacher*, 59(8), 632-634.
- Medina Paredes, J., Ramírez Díaz, M. H., & Miranda, I. (n.d.). Validez y confiabilidad de un test en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. *Apertura* (Guadalajara, Jal.), 11(2), 104-121.
- Sánchez Soto, I. R., Pulgar Neira, J. A., & Ramírez Díaz, M. H. (n.d.). *Estrategias cognitivas de aprendizaje significativo en estudiantes de tres titulaciones de Ingeniería*.



RECURSOS PEDAGÓGICOS ACESSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA ENTRE 2007 E 2022

ACCESSIBLE PEDAGOGICAL RESOURCES FOR TEACHING CHEMISTRY TO VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: A SYSTEMATIC REVIEW BETWEEN 2007 AND 2022

RECURSOS PEDAGÓGICOS ACCESIBLES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2007 Y 2022

Lidivânia Silva Freitas Mesquita* , Ana Karine Portela Vasconcelos** 

Como citar este artículo: Mesquita, L. S. F., Vasconcelos, A. K. P. (2024). Recursos Pedagógicos Acessíveis para o Ensino de Química de Alunos com Deficiência Visual: Uma Revisão Sistemática entre 2007 e 2022. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17 (3), pp. 11 - 26. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19132>

Resumo

O ensino de pessoas com Deficiência Visual é fundamentado em processos de compensação por meio de recursos acessíveis, que tornam equitativo o acesso ao conhecimento. A Química trata de objetos de estudo e de conceitos abstratos que necessitam de recursos visuais para facilitar a sua compreensão, os quais precisam de adaptação tátil para o ensino de pessoas com Deficiência Visual. Nesta investigação, buscamos analisar a presença e as características dos Recursos Pedagógicos Acessíveis para alunos com Deficiência Visual em trabalhos na área de Ensino de Química quanto ao conteúdo, ao público, ao nível educacional e aos critérios de qualidade definidos pelo Ministério da Educação. Para alcance dos objetivos, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura entre 2007 e 2022, a base de dados utilizada foi o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e o *corpus* definido reúne nove artigos. Não encontramos trabalhos no interstício 2007-2013, mostrando que a preocupação em compartilhar resultados de práticas inclusivas, direcionadas ao Ensino de Química, tomou fôlego apenas nos últimos nove anos. Assim como também não observamos variedade nos conteúdos abordados nos recursos, sendo os mais recorrentes: Atomística e Tabela Periódica. Verificamos também que todos os materiais são destinados à Educação Básica, assim como a maior parte dos materiais analisados atende aos critérios de qualidade definidos pelo Ministério da Educação, para o público a que se destinam. Esta pesquisa mostra a necessidade de

Recibido: Febrero de 2022; aprobado: Noviembre de 2023

* Doutoranda em Ensino, Secretaria de Educação do Estado do Ceará, Brasil, lidivaniafreitas@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3552-0391>.

** Doutora em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil, karine@ifce.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1087-5006>.

criação de Recursos Pedagógicos Acessíveis que contemplem outros conteúdos de Química abordados durante a Educação Básica, proporcionando acesso equitativo ao conhecimento a todos os alunos.

Palavras-Chave: Ensino de Química. Deficiência Visual. Recursos Pedagógicos Acessíveis.

Abstract

Teaching people with Visual Impairment is based on compensation processes through accessible resources, which make access to knowledge equitable. Chemistry deals with objects of study and abstract concepts that require visual resources to facilitate understanding, which require tactile adaptation for teaching people with visual impairments. In this investigation, we seek to analyze the presence and characteristics of Accessible Pedagogical Resources for students with Visual Impairments in work in the area of Chemistry Teaching in terms of content, audience, educational level and quality criteria defined by the Ministry of Education. To achieve the objectives, a Systematic Literature Review was carried out between 2007 and 2022, the database used was the Periodicals Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel and the defined corpus brings together nine articles. We did not find works in the 2007-2013 period, showing that the concern with sharing results of inclusive practices, aimed at Chemistry Teaching, gained momentum only in the last nine years. Likewise, we did not observe variety in the content covered in the resources, the most recurrent being: Atomistics and Periodic Table. We also verified that all materials are intended for Basic Education, as well as most of the materials analyzed meet the quality criteria defined by the Ministry of Education, for the target audience. This research shows the need to create Accessible Pedagogical Resources that cover other Chemistry content covered during Basic Education, providing equitable access to knowledge for all students.

Keywords: Chemistry teaching. Visual impairment. Accessible Pedagogical Resources.

Resumen

La formación de personas con Discapacidad Visual se basa en procesos de compensación a través de recursos accesibles, que hacen equitativo el acceso al conocimiento. La química se ocupa de objetos de estudio y conceptos abstractos que requieren recursos visuales para facilitar la comprensión, que requieren adaptación táctil para la enseñanza a personas con discapacidad visual. En esta investigación buscamos analizar la presencia y características de los Recursos Pedagógicos Accesibles para estudiantes con Discapacidad Visual en el trabajo del área de Enseñanza de la Química en términos de contenido, audiencia, nivel educativo y criterios de calidad definidos por el Ministerio de Educación. Para lograr los objetivos se realizó una Revisión Sistemática de la Literatura entre 2007 y 2022, la base de datos utilizada fue el Portal de Revistas de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de la Educación Superior y el corpus definido reúne nueve artículos. No encontramos trabajos en el período 2007-2013, lo que demuestra que la preocupación por compartir resultados de prácticas inclusivas, orientadas a la Enseñanza de la Química, cobró impulso sólo en los últimos nueve años. Asimismo, no observamos variedad en los contenidos tratados en los recursos,

siendo los más recurrentes: Atomística y Tabla Periódica. También verificamos que todos los materiales estén destinados a la Educación Básica, así como que la mayoría de los materiales analizados cumplen con los criterios de calidad definidos por el Ministerio de Educación, para el público objetivo. Esta investigación muestra la necesidad de crear Recursos Pedagógicos Accesibles que abarquen otros contenidos de Química cubiertos durante la Educación Básica, brindando un acceso equitativo al conocimiento para todos los estudiantes.

Palabras-Clave: Enseñanza de química. Discapacidad visual. Recursos pedagógicos accesibles.

1. Introdução

A Deficiência Visual – DV é caracterizada pela diminuição da resposta visual, podendo ser leve, moderada ou profunda. Dessa forma, essa expressão envolve o espectro que vai da cegueira até a visão subnormal. De acordo com Gil (2000), a cegueira compreende a ausência total da visão e a visão subnormal, também chamada de baixa visão, refere-se à alteração da capacidade funcional decorrente de fatores como redução significativa da acuidade visual, redução importante do campo visual e da sensibilidade aos contrastes e limitação de outras capacidades.

Em virtude de a visão ser um importante canal de relacionamento do indivíduo com o mundo exterior, o ensino dos alunos com DV necessita de uma abordagem metodológica específica, a qual deve possibilitar a coleta de informações pelos alunos com Necessidades Educacionais Específicas – NEE por meio dos sentidos remanescentes, principalmente, por meio do tato. Pois, segundo Domingues *et al.* (2010), esse sentido auxilia na percepção de informações de um objeto.

Na defectologia de Vygotsky (1997), as crianças com defeito na visão² têm o mesmo potencial de desenvolvimento e de aprendizagem que as outras crianças. Elas podem apresentar dificuldades de aprendizagem que não possuem relação com a cegueira, e sim com suas

habilidades específicas, como acontece com alunos normovisuais.

No que concerne à Química, alguns conceitos trabalhados em sala de aula podem não ser completamente compreendidos pelos alunos com DV, devido às referências utilizadas no ensino terem grande presença de conotação visual. A Química é uma ciência empírica, que trata de objetos de estudo e de conceitos abstratos, como átomo, molécula e elemento químico, por exemplo. Nesse sentido, é necessário que professores e alunos, constantemente, imaginem situações práticas para atribuírem significado a conceitos abstratos. Conforme Wartha, Rezende (2011), o desenvolvimento da imaginação é fundamental para criar modelos explicativos e usá-los na construção do conhecimento químico sobre determinado fenômeno.

A fim de facilitar a construção da aprendizagem acerca desse nível, são largamente utilizados modelos e imagens. “Consideramos que o acesso à informação deve ser proporcionado a todas as pessoas, independentemente das diferenças individuais para tal apropriação” Raposo, Mól (2010, p. 28).

Logo, para proporcionar um Ensino de Química mais acessível, com equidade de condições, julgamos necessário realizar adaptações dessas representações com o propósito de que alunos com DV tenham acesso às mesmas informações que os alunos normovisuais. Tais adaptações devem ser multissensoriais, contudo, o sentido mais explorado é o tato, visto que a discriminação tátil é uma habilidade básica desenvolvida em pessoas com DV, como

² A expressão “defeito na visão” não é mais socialmente aceita, no entanto, optamos por usá-la, a fim de evitar possíveis erros conceituais. Ela seria o equivalente à expressão “deficiência visual”.

exposto no trabalho de Sá, Campos, Silva (2006).

“É nessa busca por diferentes formas de acesso à informação que professores desenvolvem recursos didáticos, sejam eles intencionalmente inclusivos ou não” (Mól, Dutra, 2020, p.18). Tais recursos podem ser tratados como materiais táteis, modelos táteis, recursos didáticos táteis, recursos inclusivos táteis, como também Recursos Pedagógicos Acessíveis/Adaptados – RPA (Manzini, Santos, 2002), termo que será empregado nessa pesquisa, e funcionam como meios de compensação para as pessoas com DV. Os RPA auxiliam na compreensão de conteúdos que são guiados por modelos e imagens, situações muito presentes no Ensino de Química. Ainda conforme os autores, essa dedicação em ampliar o acesso à informação para todos os alunos, além de ser socialmente relevante, também favorece os processos de ensino e de aprendizagem.

Os RPA podem ser inseridos em situações e vivências cotidianas em sala de aula, atuando não só como meio de inclusão educacional como também social. Como ressaltam Sá, Campos, Silva (2006), esses recursos devem ser não apenas agradáveis ao tato, mas atraentes aos olhos de quem vê, despertando curiosidade e aproximando os alunos normovisuais.

Assim, tivemos como objetivo analisar a presença e as características dos RPA para alunos com DV na área de Ensino de Química quanto a quatro critérios: conteúdo – C1, público de DV ao qual atendem – C2, nível educacional a que se destinam – C3 e critérios de qualidade definidos pelo Ministério da Educação (MEC) – C4. Com isso, esperamos contribuir com o conhecimento acerca desses recursos, auxiliando profissionais de Química na escolha de RPA voltados a alunos com DV, que possam ser úteis em suas práticas pedagógicas. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura – RSL no interstício de 2007-2022, compreendendo trabalhos que abordam a construção de um RPA tátil que contempla conteúdos de Química. Esse recorte temporal foi

escolhido em função de algumas políticas públicas adotadas, antes desse interstício. Como exemplo, a publicação, pela extinta Secretaria de Educação Especial (SEES), do Portal de ajudas Técnicas – Recursos Pedagógicos Adaptados (Manzini, Santos, 2002) e do Atendimento Educacional Especializado – Deficiência Visual (Sá, Campos, Silva, 2006), documentos norteadores para a construção de RPA para alunos com DV.

2. Recursos Pedagógicos Acessíveis sob a ótica de Documentos Oficiais do Ministério da Educação

Nesta seção, apresentaremos dois documentos oficiais do MEC, que orientam a construção de RPA. No primeiro, são apresentadas as etapas do processo de construção dos RPA a pessoas com DV e, no segundo, os critérios de qualidade para a avaliação desses materiais.

O Portal de Ajudas Técnicas – Recursos Pedagógicos Adaptados (Manzini, Santos, 2002) tem por objetivo contribuir com o profissional de educação, no sentido de encontrar soluções para sua prática pedagógica, visando minimizar limitações funcionais, motoras e sensoriais do aluno com deficiência física, no que se refere à adaptação de recursos pedagógicos. Como orientação para a confecção de recursos acessíveis, o documento traz uma sequência de etapas a serem seguidas nesse processo (Figura 1).

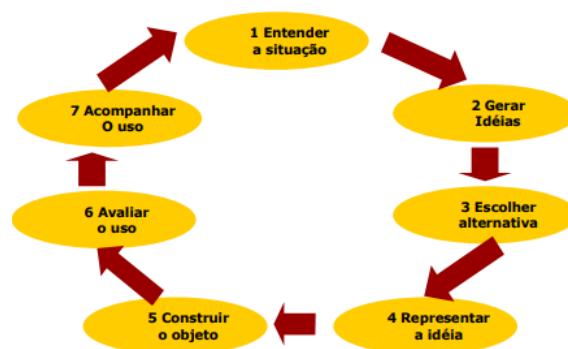


Figura 1. Fluxograma com as etapas do desenvolvimento de recursos acessíveis. **Fonte:** Manzini, Santos (2002, p. 6).

Cada público e, mais especificamente, cada aluno possui NEE diferentes. Nessa perspectiva, como ressaltam Aguiar *et al.* (2018), a educação inclusiva tem por consequência um ensino adaptado às necessidades educativas individuais dos alunos. Assim, conforme as orientações de Manzini, Santos (2002), para iniciar a produção do recurso, é preciso entender o contexto social em que o estudante está inserido, escutar seus desejos, identificar características físicas e psicomotoras e observar a dinâmica do aluno no ambiente escolar.

A etapa de gerar ideias envolve conversas com o aluno, os colegas e a família, bem como pesquisa de materiais que podem ser utilizados para a confecção do objeto, a fim de produzir as melhores alternativas em termos de recursos. A terceira etapa é a fase do processo em que são consideradas as NEE a serem atendidas, é quando se define, conseqüentemente, o público ao qual o recurso vai ser destinado.

A partir da etapa quatro, representar a ideia, é desenvolvido um conjunto de ações práticas, as quais, de acordo com as orientações, correspondem ao desenvolvimento da primeira ideia do recurso, seja por meio de desenhos, modelos físicos ou ilustrações. É também a fase em que se faz o planejamento das dimensões, das formas, do peso, dos materiais, das texturas e das cores a serem utilizadas no objeto. Posteriormente ao planejamento, deve ser construído o protótipo do recurso, o qual deve ser testado com o público que irá utilizá-lo, considerando se o RPA atendeu ou não às necessidades do estudante e se o objeto facilitou a ação do aluno e do educador. É a fase em que se deve avaliar o recurso e fazer melhorias, quando for preciso. As condições do aluno mudam com o passar do tempo, dessa forma, é essencial fazer o acompanhamento do uso do recurso e fazer as adaptações que forem necessárias no objeto.

No segundo documento, Atendimento Educacional Especializado – Deficiência Visual (Sá, Campos, Silva, 2006), há uma seção acerca de recursos didáticos destinados ao

Atendimento Educacional Especializado – AEE de alunos com DV. Nele, são elencados os critérios que determinam a qualidade do recurso produzido em relação à sua acessibilidade. Os critérios estão resumidos a seguir e serão empregados para a avaliação dos RPA que compõem o corpus deste trabalho: C4A - Dimensões adequadas: materiais muito pequenos podem não ressaltar detalhes importantes e os demasiadamente exagerados podem prejudicar a percepção global; C4B - Contraste de cores: necessário para atender às limitações visuais do aluno com DV parcial; C4C – Presença de texturas e relevos diferentes: necessário para atender às limitações visuais do aluno com DV total; C4D - Resistência à exploração tátil: material que não se estrague com facilidade durante o manuseio; C4E - Não deve oferecer perigo para os alunos.

Uma colocação interessante, trazida por Sá, Campos, Silva (2006), é que os recursos acessíveis são significativos para alunos cegos e com baixa visão e, devido às adaptações, são atraentes e eficientes também para os alunos com visão normal. Portanto, é fato que os materiais didáticos inclusivos devem ser agradáveis ao tato, tal como devem ser atrativos aos olhos de quem vê, a fim de despertar a curiosidade dos alunos normovisuais e aproximá-los, nesse sentido, dos alunos com DV.

É importante comentar que esses dois documentos são complementares, visto que o primeiro traz a sequência de etapas para a construção dos recursos acessíveis e o segundo documento traz critérios de qualidade para a confecção desses recursos.

3. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa que desenvolvemos teve abordagem qualitativa e caráter bibliográfico, que, de acordo com Fonseca (2002), é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas com o intuito de sistematizar informações sobre o problema a

respeito do qual se procura a solução. Para isso, realizamos uma RSL, que teve como fonte de pesquisa a literatura acerca de RPA táteis para o Ensino de Química de alunos com DV. Segundo Silveira e Vasconcelos (2023)

“[...] o propósito da revisão é tornar o estudo existente sobre uma determinada temática sucinto a fim de corroborar com as ideias e análises, assim como promover discussões e instigar possíveis aplicações da temática em questão, logo não há como intuito a criação de saberes novos” (p. 489)”

Esse tipo de revisão da literatura possui etapas bem definidas, as quais, segundo Alexandre *et al.* (2020), são: elaboração da questão de pesquisa – E1; busca na literatura – E2, seleção dos artigos – E3, extração dos dados – E4, avaliação da qualidade metodológica – E5, síntese dos dados – E6, avaliação da qualidade das evidências – E7 e escrita e publicação dos resultados – E8.

Dessa forma, para o alcance dos objetivos da etapa E1, definimos as questões norteadoras da investigação, sendo uma Questão Principal – QP e quatro Questões Secundárias – QS: QP→ Qual a produção de RPA para pessoas com DV voltados para o ensino de Química no Brasil, no período de 2007-2022?; QS1→ Quais os conteúdos abordados nos trabalhos analisados?; QS2→ A qual público os RPA se destinam?; QS3→ A qual nível educacional se destinam os recursos produzidos? e QS4→ Os RPA atendem aos critérios de qualidade definidos pelo MEC?

3.1. Protocolo para a definição do corpus da pesquisa

Criamos o protocolo desta investigação com base nos critérios de preenchimento do *Start*³ e realizamos as buscas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, o qual disponibiliza acesso a 32 bases relacionadas ao tema Ensino

³ *State of the Art through Systematic Review.*

Disponível em:

http://lapes.dc.ufscar.br/tools/Start_tool. Acesso em 27 nov. 2023.

de Ciências e Matemática. Assim, realizamos uma busca avançada por meio da combinação de seis descritores, usando o operador booleano AND para formar as *strings* de busca (Tabela 1).

Tabela 1. *Strings* de busca versus número de estudos encontrados.

Strings de busca	Estudos encontrados	Relativos ao tema
“Ensino de Química” AND Inclusão	82	4
“Ensino de Química” AND “Recursos pedagógicos adaptados”	1	0
“Ensino de Química” AND “Recursos pedagógicos acessíveis”	2	0
“Ensino de Química” AND “Recursos inclusivos táteis”	2	0
“Ensino de Química” AND “Deficiência visual”	21	3
Inclusão AND “Recursos pedagógicos adaptados”	15	0
Inclusão AND “Recursos pedagógicos acessíveis”	7	0
Inclusão AND “Recursos inclusivos táteis”	0	0
Inclusão AND “Deficiência visual”	461	2
“Recursos pedagógicos adaptados” AND “Deficiência visual”	9	0
“Recursos inclusivos táteis” AND “Deficiência visual”	2	0
TOTAL	602	9

Fonte: elaboração própria.

Aplicamos os filtros: idioma em português e artigos revisados por pares, com recorte temporal de 2007-2022. Realizamos as buscas (E2) em novembro de 2023 e importamos 602 trabalhos, para o *Start*, os quais foram submetidos a uma triagem segundo os Critérios de Inclusão – CI e de Exclusão – CE, definidos no protocolo da pesquisa (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios de exclusão e inclusão para a definição do corpus da pesquisa.

Critérios de inclusão	
É um estudo primário;	CI1
É um estudo brasileiro;	CI2
Artigo completo revisado por pares;	CI3
Aborda a construção de um RPA tátil para o Ensino de Química de alunos com DV.	CI4
Critérios de exclusão	
Publicações em congressos, seminários, conferências e livros;	CE1
Artigos de revisão de literatura;	CE2
Artigos que se referem à construção de RPA para outro público-alvo da Educação Especial ou outra disciplina.	CE3

Fonte: elaboração própria.

Após exaustiva leitura dos títulos e dos resumos e, quando necessário, de frações do texto, selecionamos nove estudos que tratam da construção de RPA voltados ao Ensino de Química a alunos com DV.

4. Resultados e Discussão

As etapas seguintes da RSL (E3, E4, E5, E6, E7 e E8), consoante Alexandre *et al.* (2020), foram realizadas após extensiva leitura dos nove trabalhos que atenderam aos critérios de inclusão definidos.

Após a primeira análise, observamos que os RPA contemplam cinco conteúdos diferentes (Tabela 3).

Diante disso, segmentamos a discussão dos resultados desta pesquisa por conteúdo abordado (C1) nos RPA construídos, que foi realizada seguindo uma abordagem baseada em domínio, conforme Paul, Criado (2020), que corresponde à organização da literatura em função de padrões definidos, os quais são: público de DV ao qual atendem – C2, nível educacional a que se destinam – C3 e critérios de qualidade definidos pelo Ministério da Educação (MEC) – C4. Para este último padrão, realizamos uma abordagem crítica, que leva em consideração os critérios definidos em Manzini, Santos (2002) e Sá, Campos, Silva (2006). Ainda acerca da qualidade dos recursos, observamos se houve validação por pessoas com DV e, em

caso positivo, qual a percepção de quem utilizou/avaliou o material.

4.1. Modelos Atômicos

Razuck, Guimarães (2014) (1) construíram RPA referentes aos modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr (Figura 2), com materiais de baixo custo, facilitando a reprodução por outros profissionais. Quanto ao nível educacional, os recursos foram destinados aos alunos do Ensino Médio, pois as autoras realizaram a aplicação e a avaliação em uma escola da rede pública do Distrito Federal, com um aluno cego, o qual cursava a 2ª série do Ensino Médio à época.



Figura 2. Protótipos dos modelos atômicos. Fonte: Razuck, Guimarães (2014, pp. 144-145).

Realizamos a análise das imagens dos protótipos aliada à descrição dos materiais com base nos critérios de qualidade definidos por Sá, Campos, Silva (2006), que nos permitiu inferir que os modelos construídos são acessíveis aos públicos com DV total e parcial, mesmo não tendo sido testados com este último.

Fizemos essa inferência da acessibilidade dos modelos em virtude de eles apresentarem contraste de cores e texturas adequadas para realizar a distinção das diferentes regiões do átomo, quando necessário, assim como os RPA foram construídos com material resistente, que não oferece perigo aos alunos e possuem dimensões adequadas à manipulação.

Tabela 3. Trabalhos que constituem o corpus da pesquisa.

	Título Referência	Periódico	Conteúdos
(1)	O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. Razuck, Guimarães (2014)	Revista Educação Especial	Modelos Atômicos
(2)	A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. Soares <i>et al.</i> (2017)	Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias	Modelos Atômicos
(3)	A química orgânica acessibilizada por meio de kits de modelo molecular adaptados. Razuck, Oliveira Neto (2015)	Revista Educação Especial	Química Orgânica: Modelos Moleculares
(4)	Produção de Materiais Didáticos Acessíveis para o Ensino de Química Orgânica Inclusivo. Paulo, Borges, Delou (2018)	Revista Areté	Química Orgânica: Modelos Moleculares
(5)	Equipamentos alternativos para o Ensino de Química para alunos com deficiência visual. Maciel, Batista Filho e Prazeres (2016)	Revista Docência do Ensino Superior	Química Experimental: Balança e Medidor de volumes adaptados
(6)	Proposição de recursos pedagógicos acessíveis: o ensino de química e a tabela periódica Bastos (2016)	Journal of Research in Special Educational Needs	Tabela Periódica
(7)	Tabela periódica inclusiva. Masson <i>et al.</i> (2016)	Journal of Research in Special Educational Needs	Tabela Periódica
(8)	Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. Silva, Stadler (2022)	Revista Insignare Scientiarum	Tabela Periódica
(9)	Química além da visão: uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais. Duarte <i>et al.</i> (2019)	Revista ELO–Diálogos em Extensão	Tópicos em Química Inorgânica

Fonte: elaboração própria.

“O modelo de Dalton possui cor e textura uniformes, apropriadas para exemplificar o conceito do átomo de Dalton, o qual foi definido como: esfera, maciça e indivisível” (Brown, LeMay, Bursten, 2017, p. XX). Observamos que o modelo de Thomson apresenta contraste de texturas e relevos, que permite a diferenciação da esfera carregada positivamente e dos elétrons, negativos, em sua superfície. Os contrastes de texturas e de cores, que são aspectos importantes na construção de um RPA às pessoas com DV, foram observados no modelo de Rutherford. Por fim, o modelo de Bohr, que foi construído com semiesferas de isopor, que foram pintadas em quatro cores distintas, representando apenas quatro camadas

do átomo. Apesar de não existir contraste de texturas nas semiesferas que representam as camadas, a diferença de tamanho e possibilidade de encaixe faz a diferenciação entre elas. Contudo, esses não foram testados com alunos de baixa visão, a fim de verificar a eficiência perante as NEE inerentes a esse público.

A validação dos modelos foi realizada por um aluno cego, que afirmou ter tido real compreensão da temática após contato com o material. Ele ressaltou a importância da utilização desse tipo de recurso em conteúdos que são visuais, uma vez que nem sempre a descrição dos modelos é suficiente. Interessante

que o aluno ainda pontua acerca da utilização desses recursos por alunos normovisuais, que, segundo ele, também teriam o processo de aprendizagem de alguns conceitos facilitados por meio do manuseio de recursos inclusivos táteis, conforme estabelecido em Sá, Campos, Silva (2006).

O segundo trabalho, desenvolvido por Soares *et al.* (2017) (2), compreendeu uma atividade lúdica desenvolvida com 29 alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, em que foram construídas maquetes representacionais dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. A atividade não teve cunho inclusivo, pois não havia aluno com DV na turma envolvida na pesquisa. E o material construído não foi validado por alunos com DV e nem por especialistas na área. Contudo, os autores ressaltaram que a atividade poderia ser desenvolvida como forma de inclusão para alunos com DV, visto que facilitaria a construção do conhecimento sobre o conteúdo trabalhado, já que este possui apelo visual em virtude da abstração necessária para a compreensão.

O texto não informa os materiais que foram utilizados para a confecção dos modelos. Todavia, observando as imagens (Figura 3), percebe-se que foram utilizados materiais de baixo custo, como biscoito e arame.



Figura 3. Protótipos dos modelos atômicos. **Fonte:** Soares *et al.* (2017, p. 77).

Mesmo diante da falta de intencionalidade de se construir um recurso acessível ao público com

DV, podemos inferir que os modelos de Dalton, Thomson e Rutherford atendem aos critérios de qualidade definidos por Sá, Campos, Silva (2006) para os públicos de alunos com DV total e parcial. Percebemos que, no Modelo de Thomson, não há contraste de texturas para representar as regiões positiva e negativa do átomo, entretanto, os relevos que representam os elétrons parecem ser facilmente percebidos pelo tato, facilitando a distinção das duas regiões pelos alunos com DV total. O que é corroborado por Sá, Campos, Silva (2006), quando afirmam que os RPA devem possuir estímulos visuais e táteis que atendam às diferentes condições visuais. Portanto, o material deve apresentar cores contrastantes, texturas e tamanhos adequados para que o tornem útil e significativo.

4.2. Química Orgânica – Modelos Moleculares

Abordando essa temática, encontramos dois artigos. No primeiro, de Razuck, Oliveira Neto (2015) (3), os autores propõem a acessibilização do Ensino de Química Orgânica pela adaptação de kits de modelos moleculares disponíveis no mercado. A pesquisa foi desenvolvida com quatro alunos cegos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola referência no ensino inclusivo no Distrito Federal. A adaptação das esferas do kit de modelos moleculares foi realizada por meio da criação de texturas diferenciadas com cola plástica colorida para representar os principais átomos: carbono, oxigênio, nitrogênio, halogênios e hidrogênio (Figura 4).



Figura 4. Esferas para representação de átomos.

Fonte: Razuck, Oliveira Neto (2015, p. 481).

A validação do material foi realizada por alunos com DV quanto à sua estrutura, mediante uma entrevista semiestruturada na Sala de Recursos Multifuncionais (SRM) da escola. Os alunos realizaram sugestões de como melhorar o

material, que foi refeito e submetido a uma nova avaliação, o que está em conformidade com as etapas de desenvolvimento de um recurso, descritas por Manzini, Santos (2002).

Não fica claro no trabalho se os alunos que participaram da avaliação são todos cegos ou se tem algum com baixa visão. Entretanto, os autores afirmam que os kits moleculares texturizados produzidos são importantes recursos para estimular o aprendizado de todos os alunos com ou sem DV, em virtude da proposta diferenciada e atrativa quando direcionada a alunos normovisuais.

Notamos, nesse trabalho, uma sensibilidade por parte dos pesquisadores em buscar atender aos critérios de qualidade definidos por Sá, Campos, Silva (2006), como contraste de cores e texturas que melhor atendessem às NEE do público com DV, bem como o zelo em encontrar materiais resistentes e agradáveis ao tato, a fim de não provocar rejeição ao manuseio.

No segundo trabalho com essa temática, Paulo, Borges, Delou (2018) (4) criaram um kit inclusivo para auxiliar a compreensão das representações tridimensionais de moléculas orgânicas, possibilitando mostrar as possíveis conformações das cadeias orgânicas e visualizar a isomeria da molécula (Figura 5), uma proposta semelhante à do trabalho anterior.



Figura 5. Esferas para representação de átomos.
Fonte: Paulo, Borges, Delou (2018, p. 6).

Para a confecção do kit, foram utilizados materiais de fácil acesso e baixo custo, que não são agressivos para a pele ou que causam aversão ao tato, como isopor, tinta guache, palitos coloridos, camurça e tule, que permitiram a criação de contraste de cores e texturas para acessibilizar o material ao aluno com DV total e parcial.

Em relação ao nível educacional a que se destinam, os autores afirmam que o recurso pode ser utilizado tanto na Educação Básica (Ensino Médio) quanto no Ensino Superior. Observando as técnicas de construção do kit e a escolha dos materiais, fica evidente o cuidado que os autores tiveram para definir os materiais, com o propósito de cumprir os critérios de qualidade definidos por Sá, Campos, Silva (2006), como contraste de texturas e cores, relevos diferenciados, resistência do recurso e tamanho das peças.

O cuidado com a escolha dos materiais para a confecção do recurso, em acordo com os critérios de qualidade do MEC, permite-nos inferir a sua acessibilidade para os públicos com DV total e parcial. Embora o recurso não tenha sido avaliado em uma sala de aula que tivesse alunos cegos ou de baixa visão estudando junto com alunos normovisuais, os autores reforçam a potencialidade do material, devido ao processo de construção também ter seguido as etapas definidas por Manzini, Santos (2002).

4.3. Balança e Medidor de volumes Adaptados

Os recursos acessíveis desenvolvidos por Maciel, Batista Filho, Prazeres (2016) (5) foram os únicos, encontrados nesta RSL, construídos para a utilização em atividades experimentais no laboratório. O trabalho foi resultado da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Maranhão. Foram confeccionados dois equipamentos de pequeno porte: uma balança de um prato e um medidor de volume de líquidos, os quais foram projetados para que alunos cegos os manuseiem com total autonomia (Figura 6).

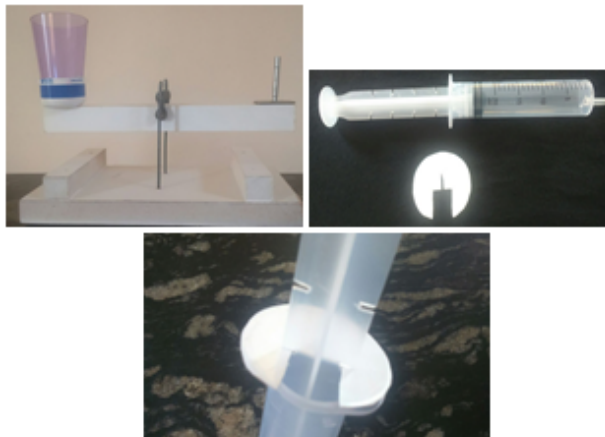


Figura 6. Balança e medidor de volumes acessíveis para alunos com DV. **Fonte:** Maciel, Batista Filho, Prazeres (2016, pp.166-167).

Ambos os recursos foram construídos com materiais alternativos e duráveis, como pedaços de madeira, arame, seringa e pedaços de PVC (Policloreto de Vinila) ou PS (Poliestireno). Dessa forma, inferimos que os recursos são resistentes à exploração tátil e ao manuseio constante.

Os RPA construídos são destinados, segundo os autores, para experimentos realizados com alunos do Ensino Médio e possuem exatidão razoável e ótima precisão nas medições. É válido ressaltar que tais recursos não foram testados com alunos com DV, que é importante para identificar possíveis melhorias no RPA para atender às NEE do público a que se destina. Os autores não especificaram se os recursos produzidos eram destinados a um público específico entre os deficientes visuais. Contudo, devido às características táteis dos materiais, deduzimos que foram idealizados para o público com DV total.

Os materiais atendem aos critérios de qualidade definidos em Sá, Campos, Silva. (2006), pois são simples e de fácil manuseio, proporcionando autonomia na utilização e não oferecendo perigo aos alunos. Importante também mencionar que os recursos passaram por uma inspeção, em que farpas e pontas afiadas foram lixadas e pregos e parafusos cobertos, com o intuito de não provocarem rejeição ao toque.

Além dos recursos produzidos, o trabalho mostrou a importância de introduzir, no currículo do curso de Licenciatura em Química, atividades relacionadas à inclusão de alunos com DV, contribuindo com a formação docente inclusiva dos licenciandos, assim como mostrou que atividades práticas bem planejadas, aliadas a experimentos acessíveis, podem proporcionar ao aluno com DV uma participação ativa nas aulas experimentais.

4.4. Tabela Periódica

Com o assunto Tabela Periódica (TP), foram encontrados três trabalhos. Bastos (2016) (6) discute a ideia de que é importante que os RPA sejam pensados de forma que alunos com diferentes estilos cognitivos possam beneficiar-se do material e ter acesso aos conteúdos por eles mediados. Logo, além dessa discussão, o trabalho teve por objetivo apresentar os procedimentos de construção de uma TP inclusiva para alunos surdos, cegos, com baixa visão e com déficit intelectual. É válido ressaltar que a autora esclarece que as convenções necessárias para tornar o recurso inclusivo para alunos com DV total e parcial foram obedecidas, totalmente em concordância com o disposto em Sá, Campos, Silva (2006).

A adaptação tátil e a ampliação do recurso ocorreram em cinco etapas, dentro do que é orientado em Manzini, Santos (2002), para a construção de recursos pedagógicos adaptados. A autora realiza uma descrição clara dos materiais utilizados, com contrastes de cores e de texturas. Chamou-nos atenção a seguinte observação realizada: “Tanto as cores quanto as texturas foram definidas de forma a aproximar o material do conceito que deveria ser, auxiliando na entrada e conservação da informação por parte dos aspectos mnêmicos”. O que é corroborado por Izquierdo (2011), quando o autor relata que as memórias são associações adquiridas a partir do estabelecimento de relações entre estímulos, sendo que todas as cores e texturas utilizadas foram determinadas em parceria com alunos com DV total da 1ª

série do Ensino Médio, que também avaliaram o recurso finalizado.

Apesar de o trabalho não apresentar informações acerca dos materiais e das dimensões da Tabela construída, a metodologia de criação do recurso é muito clara e dá suporte substancial para a sua reprodução. Mesmo sem a imagem do recurso construído, a autora descreveu a utilização de contraste de texturas, o relevo para delimitar as famílias e os períodos, bem como os materiais que não causam rejeição ao toque. Dessa forma, atendendo aos critérios de qualidade definidos por Sá, Campos, Silva (2006). Essa pesquisa mostrou que, além de propor recursos que respeitem as características dos aprendizes, é necessário colocar o aluno como centro do processo educativo, ou seja, envolvê-lo para uma construção coletiva dos materiais, a fim de que eles participem do processo de tomada de decisão na elaboração dos recursos.

O segundo trabalho encontrado, nessa temática, foi desenvolvido por Masson *et al.* (2016) (7) e consistiu na construção de uma TP inclusiva para videntes e alunos com DV. O recurso foi construído em uma base de madeira e foram colados, nela, quadrados de madeira pequenos, referentes a cada elemento químico, sendo a sua cor correspondente à classificação dos grupos (Figura 7).



Figura 7. TP Inclusiva para alunos com DV. **Fonte:** Masson *et al.* (2016, pp. 1000-1001, 1003).

Os autores levantam a problemática do Ensino de Química para alunos com DV em torno da escassez de propostas metodológicas que estimulem o interesse pela disciplina. A TP inclusiva finalizada foi aplicada em uma sala de aula da 1ª série do Ensino Médio, que possuía um aluno com DV total, proporcionando equidade de acesso ao conhecimento para todos os alunos, com ou sem DV.

Em cada quadrado, foram escritas, em tinta, as seguintes informações: símbolo, número atômico e nome do elemento. Em cima dessas informações, foram coladas miçangas transparentes, que correspondiam aos sinais do braille para cada letra do símbolo do elemento. Contudo, no trabalho, não é especificado o diâmetro da base da miçanga e nem o espaçamento entre elas. É interessante ressaltar que, para que o braille seja legível, as medidas da altura e do diâmetro do ponto devem estar dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 9050 (BRASIL, 2015).

No último trabalho, Silva, Stadler (2022) (8), inicialmente, realizaram a análise de trabalhos já existentes, que tiveram por objetivo a construção de uma TP inclusiva para alunos com DV total. Diante da observação das limitações e potencialidades de cada recurso, por eles analisados, os autores construíram uma TP acessível, que contemplou os aspectos positivos dos recursos analisados (Figura 8).



Figura 8. TP Inclusiva para alunos com DV e placas com as informações dos elementos e as cores usadas para classificá-los. **Fonte:** Silva, Stadler (2022, pp. 424-425).

Os autores não especificam o nível educacional para o qual o recurso é destinado, mas, em virtude da importância desse instrumento, entende-se que ele pode ser utilizado desde os

anos finais do Ensino Fundamental até o Ensino Superior.

Assim, os autores decidiram diminuir ao máximo o tamanho da tabela para obter um material reduzido, de qualidade e de fácil manuseio. A TP, com dimensões 55 x 36,5 cm, foi construída em acrílico com marcação em laser e escrita em braille com caneta impressora 3D, complementada com cartas impressas em 3D com as informações em braille de cada elemento (Silva, Stadler, 2022).

Tais cartas são coloridas para especificar a classificação do elemento (hidrogênio, metais, ametais e gases nobres) e possuem uma marcação tátil com formas geométricas com a mesma finalidade. Elas também contêm as informações em tinta, para que os alunos normovisuais tenham acesso ao material.

O material construído foi validado por duas especialistas em Ensino de Química, uma delas voltadas ao ensino de estudantes com DV. No entanto, o material ainda não foi validado por alunos com DV total. Ficou clara a preocupação dos autores em criar um material acessível, que seguisse os critérios de qualidade definidos em Sá, Campos, Silva (2006) e, principalmente, que tivesse dimensões similares ao dos estudantes videntes, a fim de fomentar a Educação Inclusiva com a integração dos estudantes videntes e não videntes em torno da classificação periódica dos elementos.

4.5. Tópicos em Química Inorgânica

O trabalho desenvolvido por Duarte *et al.* (2019) (9) trata de uma adaptação de imagens, gráficos e ilustrações de um capítulo do livro de Química de Usberco, Salvador (2002), para atender sete alunos com DV que cursavam o Ensino Médio, sendo quatro cegos e três com baixa visão. O material didático acessível consiste em adaptações das imagens contidas nas páginas de 29 a 40, da unidade 2, acerca de tópicos em Química Inorgânica (Figura 9).

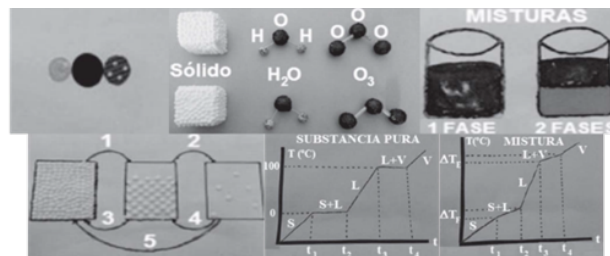


Figura 9. Imagens de algumas adaptações. **Fonte:** Duarte *et al.* (2019, pp. 45 e 47).

As adaptações desenvolvidas foram construídas com materiais de baixo custo como EVA, isopor, papel micro-ondulado, papel camurça, tinta relevo, purpurina e lixa d'água. A validação foi realizada com alunos que cursavam o Ensino Médio a partir de uma abordagem metodológica proposta pela equipe de profissionais da instituição Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais – ASAC.

Esse trabalho levanta uma questão importante quanto ao atendimento equitativo das pessoas com deficiência, que é a necessidade de melhorar a qualidade da formação docente em educação inclusiva. Esse atendimento depende majoritariamente das habilidades e da intencionalidade do professor em aceitar novas abordagens metodológicas, tornando-o figura determinante no processo de inclusão educacional desses estudantes.

As adaptações construídas possuem contraste de texturas, o que é fundamental para a percepção tátil das diferentes regiões das figuras adaptadas para os alunos com DV total. Todavia, não observamos a presença de legenda nas adaptações táteis, como existiam nas figuras originais em Usberco, Salvador (2002). Desse modo, a fim de tornar o recurso mais acessível, é interessante a complementação com as legendas ampliadas e em braille, para estimular a autonomia do estudante com DV. Os autores verificaram que as limitações físicas dos alunos não foram impeditivas para o desenvolvimento das atividades envolvendo o recurso tátil.

Em suma, para efeito de síntese, todas as informações em relação aos padrões de

avaliação definidos, nessa pesquisa, estão elencados na Tabela 4.

Tabela 4. Sumarização dos padrões de avaliação para os RPA analisados.

	C2	C3	C4A	C4B	C4C	C4D	C4E	Validação
(1)	Pessoas com DV total	EM	AT	AT	AT	AT	AT	Sim
(2)	Pessoas com DV	EF	AT	AT	AP	AT	AT	Não
(3)	Pessoas com DV	EM	AT	AT	AT	AT	AT	Sim
(4)	Pessoas com DV	EM/ ES	AT	AT	AT	AT	AT	Não
(5)	Pessoas com DV	EM	AT	AP	AT	AT	AT	Não
(6)	Pessoas com DV total e parcial	EM	SI	AT	AT	AT	AT	Não
(7)	Pessoas com DV total	EM	AT	AT	AT	AT	AT	Sim
(8)	Pessoas com DV total	SI	AT	AT	AT	AT	AT	Não
(9)	Pessoas com DV total e parcial	EM	AT	AT	AT	AP	AT	Sim

Legenda: EF – Ensino Fundamental; EM – Ensino Médio; ES – Ensino Superior; AT – Atende totalmente; AP – Atende parcialmente; NA – Não atende; SI – Sem informações; C2 – Público de DV ao qual atende; C3 – Nível educacional a que se destinam; C4A - Dimensões adequadas; C4B – Contraste de cores; C4C – Presença de texturas e relevos diferentes; C4D - Resistência à exploração tátil; C4E - Não deve oferecer perigo para os alunos.

Fonte: elaboração própria.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, buscamos realizar uma sumarização de artigos que envolvem a construção de um RPA direcionado ao Ensino de Química de alunos com DV, visando identificar o público, o nível educacional a que se destina e se atende aos critérios de qualidade, definidos pelo MEC.

Concluímos que não há grande variedade nos conteúdos abordados pelos trabalhos analisados e os mais recorrentes giram em torno de Atomística e TP, temas abstratos e que possuem forte apelo visual. A informação visual para os alunos videntes é resolvida com uma imagem, contudo, para alunos com DV, é necessário minucioso trabalho de adaptação para oferecer equidade de acesso ao conhecimento. Logo, os resultados desta pesquisa mostram a necessidade de criação de RPA que contemplem os demais Conteúdos Curriculares de Química abordados durante a Educação Básica, proporcionando acesso ao conhecimento a todos os alunos, em igualdade de condições.

Essa situação desencadeia um questionamento: por qual motivo professores e pesquisadores que trabalham com educação inclusiva para alunos com DV enfatizam os mesmos conteúdos na produção de novos recursos acessíveis, se na literatura existem materiais que atendem aos critérios de qualidade estabelecidos pelo MEC e podem ser apenas reproduzidos? Inferimos que tal escolha limitada de conteúdos se deve ao fato de os assuntos contemplados serem mais básicos e gerais no âmbito da aprendizagem de Química, servindo não apenas para o fortalecimento do arcabouço teórico, como também para a construção de referenciais táteis dos alunos com DV. Consideramos também que devem ser elaborados materiais didáticos inclusivos para outros conteúdos, mas que muitos deles não são publicados, pois essa não é uma prática comum entre professores que não estão vinculados a cursos de formação continuada.

Ressaltamos que a divulgação de trabalhos que envolvem a construção de recursos acessíveis para o Ensino de Química de alunos com DV é imprescindível. No entanto, muitas vezes, o trabalho feito nas escolas de Educação Básica, na área da educação inclusiva, não é publicado,

o que se deve, principalmente, à falta de tempo e de recursos dos professores e pesquisadores para conduzirem pesquisas fundamentadas teoricamente e metodologicamente sólidas.

Vale salientar que não foram encontrados trabalhos no interstício de 2007-2013. A partir disso, há evidências de que a intencionalidade em compartilhar resultados de práticas inclusivas, direcionadas ao Ensino de Química de alunos com DV, tomou fôlego apenas nos últimos nove anos. Isso pode estar relacionado à falta de políticas de incentivo, por parte dos governos, às Instituições de Ensino Superior para se dedicarem ao estudo de práticas inclusivas para o Ensino de Química de alunos com DV. Esse crescimento mostra que a inclusão vem se tornando mais fonte para pesquisas, o que se deve, em parte, ao reconhecimento da importância de garantir uma educação equitativa e acessível a todos os alunos.

Os RPA, aqui discutidos, não oferecem perigo ao tato e, de acordo com a análise dos trabalhos, representam fielmente os conceitos a serem ensinados, atuando como recursos fundamentais para que os alunos com DV compreendam certos conceitos e participem de atividades propostas. É válido evidenciar que os trabalhos que compuseram o corpus desta RSL e que foram avaliados por alunos com DV mostraram resultados e relatos positivos, que reforçam a necessidade de utilização desses recursos para minimizar os efeitos da limitação visual.

É importante destacar que práticas inclusivas bem-sucedidas, como a construção de RPA para alunos com DV, devem ser publicadas, a fim de promoverem o avanço no campo da educação inclusiva. A publicação de tais práticas permite que outros pesquisadores e professores tenham acesso a essas informações e, assim, possam replicar esses recursos em seus próprios contextos.

Além disso, a publicação de práticas inclusivas bem-sucedidas também pode incentivar outras iniciativas semelhantes, aumentando a conscientização docente acerca da necessidade

de promover um acesso equitativo ao conhecimento a todos os estudantes, com ou sem NEE, levando a um avanço significativo na pesquisa e na prática da inclusão.

6. Referencias

- Aguiar, G. C., Souza, F. V., Damasceno., R. I. O., Medeiros, C. R., Mesquita, L. S. F. & Forte, C. M. S. (2018, 05 a 07 de dezembro). *Elaboração de um Diagrama de Linus Pauling Tátil Tridimensional e Ampliado com vistas à Inclusão do Aluno com Deficiência Visual*. [Apresentação de trabalho]. 7º Encontro Nacional das Licenciaturas, UECE, Fortaleza, Ceará.
- Alexandre, N. P., Silva, C. M. S., Romeu, M. C., Cavalcante, A., Silva, F. R. O., & Coutinho Júnior, A. L. (2020, 31 de agosto a 04 de setembro). *O arduino como recurso didático no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura - RSL*. [Apresentação de trabalho]. 1º Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Belo Horizonte, MG.
- Bastos, A. R. B. (2016). Proposição de recursos pedagógicos acessíveis: o ensino de química e a tabela periódica. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 6, 923-927. DOI: <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12232>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). *NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos* (3a ed.). http://accessibilidade.unb.br/images/PDF/NOR_MA_NBR-9050.pdf.
- Brown, T. L., LeMay Jr., E., & Bursten, B. E. (2017). *Química: a ciência central* (9a ed.). Pearson.
- Domingues, C. A., Sá, E. D., Carvalho, S. H. R., Arruda, S. M. C. P., & Simão, V. S. (2010). *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira*. MEC.
- Duarte, C. C. C., Oshiro, L. C. S., Carvalho, L. P., Benedetti Filho, E., & Souza, J. A. (2019). Química além da visão: Uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais. *Revista ELO-Diálogos em Extensão*, 8(2), 42-50. DOI: <https://doi.org/10.21284/elo.v8i2.8216>
- Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Universidade Estadual do Ceará.
- Gil, M. (2000). *Deficiência visual*. MEC.

- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 183-184. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>
- Izquierdo, I. (2011). *Memória* (3a ed.). Artmed.
- Maciel, A. P., Batista Filho, A., & Prazeres, G. M. P. (2016). Equipamentos alternativos para o Ensino de Química para alunos com deficiência visual. *Revista Docência do Ensino Superior*, 6(2), 153-176. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2016.2106>
- Manzini, E. J., & Santos, M. C. F. (2002). *Portal de Ajudas Técnicas: Recursos Pedagógicos Adaptados*. MEC.
- Masson, R., Chiari, P. H., Cardoso, T. P., & Mascarenhas, Y. P. (2016). Tabela periódica inclusiva. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 6, 999-1003. DOI: <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12354>
- Mól, G. de S., & Dutra, A. A. (2020). Construindo materiais didáticos acessíveis para o ensino de Ciências. In P. L. Perovano & D. C. F. de Melo (Eds.), *Práticas Inclusivas: Saberes, estratégias e recursos didáticos* (2a ed., pp. 14-35).
- Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? *International Business Review*, 29(4). DOI: 10.1016/j.ibusrev.2020.101717
- Paulo, P. R. N. F., Borges, M. N., & Delou, C. M. C. (2018). Produção de Materiais Didáticos Acessíveis para o Ensino de Química Orgânica Inclusivo. *Revista Areté*, 11(23), 116-125. <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/881>
- Raposo, P. N., & Mól, G. S. (2010). A diversidade para aprender conceitos científicos: a ressignificação do ensino de Ciência a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In W. L. P. Santos & O. A. Maldaner (Eds.), *Ensino de Química em Foco* (pp. 287-312). Editora Unijuí.
- Razuck, R. C. D. S. R., & Guimarães, L. B. (2014). O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. *Revista Educação Especial*, 27(48), 141-154. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X4384>
- Razuck, R. C. D. S. R., & Oliveira Neto, W. (2015). A química orgânica acessibilizada por meio de kits de modelo molecular adaptados. *Revista Educação Especial*, 28(52), 473-486. DOI: <https://doi.org/10.5902/1984686X15688>
- Sá, E. D., Campos, I. M., & Silva, M. B. C. (2006). *Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual*. MEC.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(1), 83-89. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>
- Silva, G. D. S., & Stadler, J. P. (2022). Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 5(3), 409-430. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n3.12885>
- Silveira, F. A., & Vasconcelos, A. K. P. (2023). Uma revisão sistemática da literatura da inter-relação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 484-507. <https://reec.uvigo.es/>
- Soares, E. L., Viçosa, C. S., Taha, M. S., & Folmer, V. (2017). A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, 12(2), 69-80. DOI: 10.14483/23464712.10398
- Usberco, J., & Salvador, E. (2002). *Química* (5a ed.). Saraiva.
- Vygotsky, L. S. (1989). *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes.
- Wartha, E. J., & Rezende, D. B. (2011). Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(2), 275-290. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/230>





O PIBID E A POSSIBILIDADE DE CONTRIBUIR COM FORMAÇÃO DE SERES TRANSFORMADORES

PIBID AND THE POSSIBILITY OF CONTRIBUTING TO THE TRAINING OF TRANSFORMING

PIBID Y LA POSIBILIDAD DE CONTRIBUIR A LA FORMACIÓN DE SERES TRANSFORMADORES

Elisandra Chastel Francischini Vidrik*

Como citar este artículo: Vidrik E C F (2024). O Pibid e a Possibilidade de Contribuir com Formação de Seres Transformadores. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 27-36. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18940>

Resumen

Este texto tem por objetivo investigar em que medida o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência contribui com a formação de futuros professores transformadores. Trata-se de uma pesquisa qualitativa com estudo de caso. Os sujeitos da pesquisa são licenciandos em Química de uma universidade federal brasileira e bolsistas do Programa. Como instrumento de coleta de dados, utilizamos formulários requisitando concepções sobre educação e ser professor. Indagamos sobre o porquê da escolha do curso e sobre a satisfação em cursá-lo. Os resultados nos indicam que a escola é um lugar privilegiado para formação inicial, e apesar de alguns deles nos responderem que não tinham interesse em cursar licenciatura em Química, essas concepções foram mudadas no decorrer do processo. Eles passaram a se identificar com o magistério, compreendendo que para além da empatia de ensinar e aprender a todo o momento, professores aprendem a ensinar, a implementar mudanças e a serem transformadores. Para aquisição desse propósito, os bolsistas necessitam de espaços de formação, com oferecimento de suportes necessários para a superação da dicotomia entre teoria e prática.

Palabras-Clave: Formação Inicial. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. Teoria e prática.

Abstract

This text aims to investigate to what extent the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation contributes to the training of future transforming teachers. This is a qualitative research with a case study. The research subjects are undergraduates in Chemistry from a Brazilian federal university and scholarship holders of the Program.

Recibido: Enero de 2022; aprobado: Julio de 2023

* Doutora em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista (Unesp - Bauru). Brasil. elisandra.vidrik@unesp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4062-4961>.

As a data collection instrument, we used forms requesting conceptions about education and being a teacher. We asked about the reason for choosing the course and about the satisfaction in taking it. The results indicate that the school is a privileged place for initial training, and although some of them answered that they were not interested in taking a degree in Chemistry, these conceptions were changed during the process. They began to identify with the teaching profession, understanding that in addition to the empathy of teaching and learning at all times, teachers learn to teach, implement changes and be transformative. To acquire this purpose, scholarship holders need training spaces, offering the necessary support to overcome the dichotomy between theory and practice.

Keywords: Initial formation. Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships. Theory and practice.

Resumo

Este texto tiene como objetivo investigar en qué medida el Programa Institucional de Becas de Iniciación Docente contribuye a la formación de futuros maestros transformadores. Se trata de una investigación cualitativa con estudio de caso. Los sujetos de investigación son estudiantes de grado en Química de una universidad federal brasileña y becarios del Programa. Como instrumento de recolección de datos, se utilizaron formularios de solicitud de concepciones sobre la educación y el ser docente. Preguntamos sobre el motivo de la elección del curso y sobre la satisfacción de realizarlo. Los resultados indican que la escuela es un lugar privilegiado para la formación inicial, y aunque algunos respondieron que no les interesaba cursar la carrera de Química, estas concepciones fueron cambiando durante el proceso. Comenzaron a identificarse con la profesión docente, entendiendo que además de la empatía de enseñar y aprender en todo momento, los docentes aprenden a enseñar, implementar cambios y ser transformadores. Para adquirir este propósito, los becarios necesitan espacios de formación, que ofrezcan el apoyo necesario para superar la dicotomía entre teoría y práctica.

Palavras-Chave: Formación inicial. Programa Institucional de Becas de Iniciación Docente. Teoría y práctica.

1. Introdução

A formação inicial de professores perpassa por vários questionamentos, com a intenção de preparar futuros docentes não só para assumirem salas de aula, para acima de tudo, que eles possam oferecer um ensino com qualidade. Para essa realidade se tornar possível, os futuros professores necessitam adquirir atitudes de permanente aprendizado como proposto nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+/Ensino Médio), onde:

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (BRASIL, 2002, p. 9).

Partindo desse pressuposto, neste artigo, temos como foco, investigar sobre a importância de

licenciandos de Química participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e futuro docentes de se tornarem seres transformadores, pois segundo o decreto 7.219/2010, o PIBID tem como um de seus objetivos:

[...] inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem. (BRASIL, 2010)

Porém, para que os licenciandos de Química e participantes do PIBID possam se tornar seres transformadores, além da oportunidade de participar de práticas comuns do contexto escolar é necessário que estes estejam munidos de pressupostos teóricos e metodológicos para melhor articular a teoria e a prática.

Apresentamos neste artigo a importância da supervisão e coordenação de área para que os futuros professores se tornem seres transformadores. O regime de colaboração que o PIBID pode favorecer é um ensino de qualidade e excelência, pois diferente dos outros professores que não participam do Programa, os supervisores têm a possibilidade de contato com outras abordagens de ensino e metodologias que os bolsistas estudam na academia e levam para a escola. Já a coordenação de área tem a responsabilidade de incentivar a pesquisa, além de acompanhar e orientar os bolsistas sobre seus afazeres na escola e ter um contato direto com os supervisores.

Faz-se necessário apresentar que tal Programa foi criado em 2007, pelo Ministério da Educação, sendo gerenciado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculado à Diretoria de Educação Básica Presencial (DEB) e financiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

De acordo com o contexto apresentado, neste estudo, buscamos responder a seguinte questão

de pesquisa: Em que medida o PIBID contribui para a formação de futuros professores que desempenham o papel de ser transformador?

2. Marco Teórico

Encontramos na literatura, pesquisadores que tem como foco o PIBID e também se mostram preocupados em estabelecer articulação entre a teoria e a prática, como é o caso dos estudos realizados por Gatti, André, Gimenes e Ferragut (2014, p. 9), os autores salientam que existem problemas com “à estrutura e dinâmica dos currículos dos cursos de formação de professores nas graduações no ensino superior, especialmente no que se refere às relações teoria-prática, formação acadêmica – trabalho na escola”.

Sobre isso, consideramos que os estudos realizados no âmbito do PIBID favorecem a construção de conhecimentos e argumentos que contribuam com a possibilidade de discutirem sobre propostas alternativas a serem incluídas nas escolas. Tais discussões podem ser feitas no coletivo, levando em conta a percepção dos supervisores e coordenadores do Programa e ainda realizando interlocuções entre os pressupostos teóricos e a realidade do dia a dia.

Reconhecemos a importância da supervisão para mostrar aos bolsistas que o caminhar docente não se limita somente a sala de aula, existem muitos desafios e limitações que são melhor compreendidos quando se tem a oportunidade de fazer parte do contexto escolar. Corroborando com esta ideia, Troleis *et al.* (2020, p. 10, grifo dos autores) apontam que “o PIBID se constitui como uma oportunidade do “fazer na escola” e, por consequência, de ressignificação do uso do espaço escolar, tendo em vista que mesmo mudanças metodológicas simples provocam movimentações escolares intensas”.

Seguindo essa linha de raciocínio, encontramos no decreto 7.219/2010, que a coordenação de

área tem um papel imprescindível para que os bolsistas se tornem seres transformadores, sendo responsável pelas seguintes atividades: “planejamento, organização e execução das atividades de iniciação à docência em sua área de atuação acadêmica; acompanhamento, orientação e avaliação dos bolsistas estudantes de licenciatura; e articulação e diálogo com as escolas públicas nas quais os bolsistas exerçam suas atividades”. (BRASIL, 2010)

Por isso, consideramos que a coordenação de área contribua com a formação de professores que compreendam que “não basta a um profissional ter conhecimentos sobre seu trabalho. É fundamental que saiba mobilizar esses conhecimentos, transformando-os em ação”. (BRASIL, 2001, p. 29)

Já os estudantes de licenciatura participantes do Programa têm a seu favor, o acesso à vivência escolar entre outras possibilidades. Complementando esta ideia, Mateus (2014) ressalta que o PIBID:

[...] por meio da representação de como deve ser a formação de professores, formulam um sistema posição-prática capaz de operar como espaço híbrido com potencial transformador. Isso porque, sendo a vida um sistema aberto, as articulações projetadas no espaço de relações entre universidade e escola estabelecem possibilidades de mudanças.

Essas possibilidades de mudanças possibilitam aos licenciandos a identificação com o magistério e o reconhecimento profissional, porém é imprescindível que ocorra coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor, pois o fato é que alguns futuros docentes organizarão suas aulas tendo os professores universitários como espelhos.

Nessa tríade formativa, cabe aos bolsistas terem a capacidade de análise e integração do que é estudado nas disciplinas pedagógicas. No contexto mato-grossense de ensino de Química, segundo Ribeiro (2019, p. 282-283),

os bolsistas também são incluídos em projetos de extensão como:

[...] a realização da Semana de Minicursos das Práticas de Ensino de Química (SEMIPEQ), que se encontra na XXXIV edição. Esse evento tem por objetivo trazer os estudantes do Ensino Médio, de escolas públicas e privadas, para o ambiente acadêmico da UFMT, favorecendo, assim, maior interação entre universidade e escola. Nesses eventos, os estudantes do Ensino Médio participam de minicursos ministrados pelos estudantes das Práticas de Ensino. Ressalta-se que a partir do ano de 2009, com a implantação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) Química, no curso de Licenciatura em Química da UFMT, os bolsistas do PIBID, além das atividades inerentes ao programa, também ministravam minicursos na SEMIPEQ. Na realização dos minicursos da SEMIPEQ, os temas abordados são variados e os licenciandos, estudantes das Práticas de Ensino e/ou bolsistas PIBID em Química, procuram títulos para os minicursos de modo a atrair os estudantes do Ensino Médio, como por exemplo: Conhecendo homeopatia, Estudando os plásticos; Biodiesel; Drogas lúdicas e viciantes; Água: o que você sabe além da fórmula; A Química dos produtos de beleza; Os saberes populares e a Química; Fabricação de produtos de limpeza, A Química do Vagalume, A Química do Chocolate, entre outros.

Para Mateus (2014) as articulações ocorridas entre universidade e escola estabelecem possibilidades de mudanças que ocorrem em espaços híbridos e com potencial transformador. Reforçando essa ideia, Gutiérrez, Baquedano-López e Tejeda (1999) consideram que os espaços híbridos existem em vários níveis de ambientes de aprendizagem e a sala de aula é um deles.

Não podemos deixar de mencionar que a escolha do curso de licenciatura de Química, por muitas vezes, ocorre por não ter facilidade de ingresso no curso que pretendia. Segundo Galiazzi (2003, p. 241-242):

Nos cursos de licenciatura são frequentes os casos de alunos que iniciam o curso sem ter definido sua escolha profissional e manifestam o “desgosto” em

serem professores e estarem em um curso de licenciatura. Em alguns casos a facilidade de ingresso na universidade via esses cursos é vista positivamente, mas após o ingresso o aluno passa a manifestar seu desagrado em ser professor.

O fato de ser aprovado em um curso que não seja necessariamente o almejado pode sofrer modificações, pois muitos alunos ingressam em cursos de graduação e passam a se identificar com a profissão no decorrer das disciplinas. Para Galiuzzi e Moraes (2002, p. 247) a opção pela licenciatura exige que o futuro professor desenvolva “condições tanto em conhecimentos como em habilidades práticas para propor alternativas de trabalho a partir do estudo das realidades em que se insere”.

Complementando o exposto, Mizukami (2013, p. 23) aponta que a:

[...] docência é uma profissão complexa e, tal como as demais profissões, é aprendida. Os processos de aprender a ensinar, de aprender a ser professor e de se desenvolver profissionalmente são lentos. Iniciam-se antes do espaço formativo das licenciaturas e prolongam-se por toda a vida, alimentados e transformados por diferentes experiências profissionais e de vida. Assim, por excelência, a escola constitui um local de aprendizagem e de desenvolvimento profissional da docência.

A possibilidade de participação de alguns licenciandos no PIBID pode ser considerada como uma alternativa para eles se reconhecerem como futuros docentes que buscam encontrar meios para enfrentar os desafios relacionados a docência.

Segundo Silva e Martins (2014, p. 101), o “[...] contato com as escolas e com o cotidiano das salas de aula da educação básica, sem dúvida – e sempre a partir de ações planejadas com base nos projetos das áreas –, permite aos licenciandos maior proximidade com o dia a dia da docência”.

Roldão (2007, p. 94) ao indagar em seu estudo sobre “Que é um professor?”, a autora ressalta que para esta pergunta pode existir várias respostas, pois “trata-se de uma construção histórico-social em permanente evolução”. É dessa maneira que reconhecemos nossos professores universitários, da Educação básica e futuros professores, em constante evolução.

Roldão (2007, p.100) ainda ressalta que os conhecimentos precisam estar integrados para oportunizar ações de transformação, como segue:

Não basta ao professor conhecer, por exemplo, as teorias pedagógicas ou didáticas e aplicá-las a um dado conteúdo da aprendizagem, para que daí decorra a articulação desses dois elementos na situação concreta de ensino. Há que ser capaz de transformar conteúdo científico e conteúdos pedagógico-didáticos numa ação transformativa, informada por saber agregador, ante uma situação de ensino, por apropriação mútua dos tipos de conhecimento envolvidos, e não apenas por adição ou mera aplicação.

De acordo com o exposto, o processo de ensino em si, passa por transformações a todo o tempo e tem a necessidade de centrar a formação na “ação de ensinar”. (ROLDÃO, 2007a, p. 40)

Seguindo essa linha de raciocínio, Soares *et al.* (2017, p. 73) salientam que “o ensino de ciências deve propiciar possibilidades de reconhecimento da realidade que se esta inserido, visando fazer com que os alunos possam futuramente colaborar para o avanço da ciência, com estudos e pesquisas relacionadas a área”.

Feita algumas observações sobre as dimensões do PIBID e estabelecida à relação com referenciais que tratam sobre a formação e atuação docente, investigamos as influências do PIBID para que os futuros docentes desempenhem o papel de ser transformador.

3. Percurso Metodológico

Trata-se de uma pesquisa qualitativa. A coleta de dados se constituiu em um estudo de caso, de abordagem qualitativa, por ser uma pesquisa “que leve em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas” (ANDRÉ, 1995, p. 17). A opção pelo estudo de caso se deu devido a exigir do pesquisador uma investigação mais detalhada com dados descritos de maneira minuciosa. (YIN, 2005)

Os sujeitos da pesquisa são licenciandos, aqui nomeados de bolsistas e são vinculados a uma universidade localizada no estado de Mato Grosso. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um formulário com seis questões. Nas primeiras quatro questões, solicitamos dados sobre faixa etária, gênero, naturalidade, estado e município de origem, para estabelecer um perfil dos sujeitos da pesquisa. Na sequência, requisitamos concepções sobre ‘Educação’ e ‘Ser professor’. Indagamos sobre o porquê da escolha do curso de licenciatura de Química e sobre a satisfação em cursá-lo.

Os dados foram analisados a partir dos pressupostos da Análise de Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2011). Seguindo as etapas da AC, as respostas foram organizadas como unidades de registro, por meio de “recortes, agregação e enumeração” (BARDIN, 2011, p. 103) com aquelas que apresentam temática semelhante. Dessa maneira, as categorias construídas para esta análise foram:

Tabela 1. Categorias construídas.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Categoria 1	Docente como transformador de realidades
Categoria 2	Importância de trabalhar com a realidade do dia a dia
Categoria 3	Identificação com o magistério.
Categoria 4	Importância da articulação entre teoria e prática

Fonte: A própria autora.

A interpretação dos dados ocorreu a partir dos pressupostos teóricos utilizados durante a investigação, neste caso específico, na formação e atuação dos bolsistas do PIBID.

4. Resultados

Obtivemos registros de doze bolsistas que foram identificados como A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11 e A12 com idade entre 20 e 28 anos. São em sua maioria mato-grossenses, sendo dois paulistas e um paranaense. Dos doze bolsistas investigados, cinco são homens e foram identificados como A1, A6, A7, A8 e A12 e sete mulheres identificadas com A2, A3, A4, A5, A9, A10 e A11.

A seguir, descrevemos e analisamos as categorias.

4.1. Docente como transformador de realidades.

Ao solicitarmos as concepções dos bolsistas sobre “Educação” e “Ser professor”, eles relatam preocupações com aspectos relacionados com a formação de cidadãos que sejam capazes de transformar a realidade em que vivem.

Um exemplo dessa situação é apresentado pelo bolsista A1 quando registra sobre sua concepção sobre ‘Ser professor’, como segue:

É ser um profissional formador de cidadãos e transformador de realidades, que por meio de seu ensino, busca ampliar as visões de mundo de seus alunos. É, portanto, um mediador do conhecimento. (A1)

E o bolsista A12 complementa que ‘Ser professor’:

É uma responsabilidade muito grande, mas também muito prazerosa, pois realizar um trabalho com os alunos é colher os frutos logo à frente, fazendo com que os alunos entrem em universidades, vê-los inseridos no mercado de trabalho. É uma compensação grande e satisfatória, poder contribuir na vida de cada aluno, na sua formação acadêmica e também como cidadão. (A12)

Ao registrarem suas concepções sobre 'Educação', os bolsistas A3, A5 e A9 também se mostram preocupados em contribuir para a formação de um mundo melhor.

É que todos os seres humanos podem ser trabalhados e mudados, dirigindo para um mundo melhor. (A3)

[...] Os professores jamais deveriam deixar de ensinar seus alunos, pois eles precisam de uma educação para poder crescer e se desenvolver se tornando um cidadão crítico perante a sociedade. A educação vai mais do que o ensinar e o aprender. (A5)

O único meio de transformar a realidade em que vivemos. (A9)

De acordo com os registros, compreendemos que os bolsistas consideram que o ensino possa contribuir para ajudar os alunos a transformar suas realidades, reconhecendo a necessidade de formação de cidadãos mais críticos. O apresentado vai ao encontro do exposto nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+/Ensino Médio) quando se refere a adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (BRASIL, 2002)

4.2. *Importância de trabalhar com a realidade do dia a dia*

Um dos registros nos chamou a atenção, no que tange a preocupação em trazer a realidade do dia a dia para a sala de aula, tendo didática e estimulando os alunos a aprenderem.

Sobre isso, a bolsista A3 ao relatar sua concepção sobre 'Ser professor' nos informa:

[...] que esses se dediquem mais, trazendo para dentro das salas de aulas coisas do dia a dia, tendo didática, que possa estimular o aluno a querer aprender. (A3)

Sobre o exposto pela bolsista A3, consideramos que as articulações ocorridas entre universidade e escola apresentam potencial transformação, como proposto por Mateus (2014). E que essas articulações podem ser feitas em espaços híbridos, como a sala de aula. (Gutiérrez, Baquedano-López e Tejeda, 1999)

A bolsista A3 nos mostra a importância da didática para estimular os alunos a aprenderem e compreende a necessidade de trazer atividades diferenciadas relacionadas ao cotidiano, com cunho educativo para as salas de aula. Essa realidade pode ser encontrada no âmbito do PIBID, em algumas regiões do Brasil, como é o caso de projetos de extensão que professores universitários, principalmente da área de ensino de Química realizam com o envolvimento dos bolsistas (RIBEIRO, 2019).

4.3. *Identificação com o magistério.*

Ao escreverem sobre a 'Escolha do seu curso', os bolsistas nos apresentaram que não tinham interesse em cursar licenciatura em Química, como segue:

No início não queria a licenciatura, mas com o passar dos semestres fui me interessando mais. (A2)

Na escolha do meu curso não fui muito por querer (Eu quero fazer Química e ser professor), porém vejo isso com outros olhos, quero dar aulas, sim. Apesar de só pensar nisso, já deixa um frio na barriga, e não quero ser só mais um professor, quero ser mais. (A3)

Foi a segunda opção, meu curso principal era fazer gastronomia, mas não tinha dinheiro suficiente para pagar o curso, então me inscrevi no ENEM, onde minha primeira opção era fazer engenharia elétrica, pois já tenho o técnico, mas como não passei na primeira opção, a segunda opção foi fazer química. E estou gostando de estudar Química e cada vez mais me apaixonando pela Química. (A5)

Os registros mostram que mesmo não sendo a primeira opção dos bolsistas A2, A3 e A5 eles não mostraram "desgosto" em cursar licenciatura, como apresentado por Galiazzi (2003). Ao contrário disso, com o passar do tempo, demonstraram contentamento com o curso de licenciatura em Química, se mostrando comprometidos com o ensinar. Como apresentado, a aproximação dos bolsistas com a escola faz com que muitos deles ressignifiquem as expectativas que tinham sobre o curso de licenciatura, contribuindo com onde um dos objetivos do PIBID, que de acordo com o decreto

7.219/2010 é de “contribuir com a valorização do magistério”.

Em nosso entender, os bolsistas A2, A3 e A5 compreendem a necessidade de estender esforços para se tornarem professores transformadores. Entendemos que o interesse, o “frio na barriga”, a vontade de não “ser só mais um professor” e a paixão pela Química podem contribuir para que façam a diferença em suas salas, como também defendido por Galiazzi e Moraes (2002).

4.4. Importância da articulação entre teoria e prática

Ao indagarmos se os bolsistas estavam satisfeitos em cursar licenciatura. O registro apresentado pelo bolsista A8 nos remete a ideia da importância da articulação entre a teoria e a prática, pois ela ressalta a importância de compartilhar os conhecimentos que vem adquirindo na academia, em suas aulas:

A cada semestre cursado, tenho a vontade de compartilhar os conhecimentos que venho adquirindo. (A8)

Consideramos que a participação do bolsista A8 ao constante estudo de pressupostos teóricos e metodológicos ocorridos no âmbito do Programa, proporciona ao futuro docente uma maior integração entre a teoria e as práticas comuns do contexto escolar como também apontado por Silva e Martins (2014).

O exposto pelo bolsista A8 também está de acordo com o apontado por Roldão (2007), de que o professor está sempre em permanente evolução, existindo a necessidade de articulação entre as teorias pedagógicas ou didáticas com os conteúdos de aprendizagem, favorecendo ações transformadoras.

Seguindo essa linha de raciocínio, outros bolsistas ressaltam a importância das disciplinas que compõem a área de ensino para o favorecimento da articulação entre a teoria e a prática e para o aprendizado docente, levando-os a refletirem sobre suas práticas de ensino. Um

exemplo dessa situação é apresentado pelo bolsista A6:

Sim, além de ter as disciplinas específicas do curso de química, temos uma grande grade de disciplinas de ensino, que nos fazem refletir cada vez mais sobre as nossas práticas de ensino. (A6)

Sobre o exposto, o bolsista reconhece a necessidade da reflexão da prática, de modo que algumas práticas podem passar por modificações, sendo adaptadas e ajustadas ao contexto escolar.

Sabendo disso, concordamos com Mizukami (2013) que a docência é uma profissão complexa e que os processos de apreender e se desenvolver profissionalmente são lentos.

Ressaltamos ainda o constante acompanhamento e orientação da coordenação de área do PIBID para que os bolsistas exerçam suas atividades. (BRASIL, 2010). Tal acompanhamento vai ao encontro do que dispõe sobre as Diretrizes Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, de curso de licenciatura, no que se refere a não bastar o profissional ter conhecimento sobre seu trabalho, é indispensável que ocorra a mobilização de conhecimentos para transformá-los em ação. (BRASIL, 2001).

A partir das análises dos registros dos bolsistas, eles se preocupam em fazer a diferença em suas salas, em trazer a realidade do dia a dia para a sala de aula, em articular a teoria e a prática. E com o tempo passam a se identificar com o curso de licenciatura em Química.

Em síntese, os registros confirmam que o PIBID possibilita uma formação de futuros professores como seres transformadores.

5. Considerações Finais

Pelo contexto apresentado, podemos considerar que a escola é um lugar privilegiado para formação inicial, e apesar de alguns deles nos responderem que não tinham interesse em cursar licenciatura em Química, essas concepções foram mudadas no decorrer do processo. Eles

passaram a se identificar com o magistério, compreendendo que para além da empatia de ensinar e aprender a todo o momento, professores aprendem a ensinar, aprender a implementar mudanças e a serem transformadores. De certa forma, o PIBID lhes abrem portas para buscarem alternativas para enfrentar os desafios da docência.

Dessa maneira, examinando as respostas dos sujeitos da pesquisa, os registros indicam que os bolsistas do PIBID têm responsabilidades, atribuições e acima de tudo necessitam de espaço de oportunidade de formação com oferecimento de suportes necessários para a superação da dicotomia entre teoria e prática.

Por fim, destacamos que tais suportes são de certa maneira oportunizados por professores trabalham com a área de Ensino de Química de nossas universidades, por introduzirem os licenciandos em práticas de ensino e estágios supervisionados com o compromisso de aprender a ensinar. Em especial, os professores que atuam como coordenadores de área do PIBID e são responsáveis por diversas atividades para preparar os bolsistas para o exercício de sua profissão e porque não dizer de prepará-los para serem seres transformadores.

6. Referencias

Para las referencias se debe usar la norma APA séptima edición. Letra optima tamaño 10. El párrafo debe estar organizado así: Alineación: justificada, sangría francesa 1 cm., interlineado sencillo con espaciado cero puntos anterior y cero puntos posterior. No debe haber espacios en blanco entre las referencias.

- André, M. E. D. A. *Etnografía da prática escolar*. Papirus editora. Campinas: Brasil, 1995.
- Bardin, L. *Análise de Conteúdo*. Edições 70, São Paulo: Brasil, 2011.
- Brasil. Ministério da Educação. CNE/CP. Parecer 009/2001, 08 de maio de 2001. Dispõe sobre as Diretrizes Nacionais para a Formação de

Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília. 2001.

- Brasil. Ministério da Educação. PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em 04-03-2021
- Brasil. Decreto n. 7.219, de 24 de junho de 2010. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e dá outras providências. Brasília. 2010.
- Galiuzzi, M.C. *Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências*. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2003
- Galiuzzi, M. C.; Moraes, R. *Educação Pela Pesquisa Como Modo, Tempo e Espaço de Qualificação da Formação de Professores*. *Ciência & Educação, Bauru*, v. 8, n. 2, pp. 237-252. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/rpxWhrW3yfVZHTY9kSVyrxS/?lang=pt>>. Acesso em: 09-12-2021.
- Gatti, B. A.; André, M. E. D. A.; Gimenes, N. A. S.; Ferragut, L. *Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)*. FCC/SEP. São Paulo: Brasil, 2014.
- Gutiérrez, K. D.; Baquedano-López, P.; Tejeda, C. *Rethinking diversity: Hybridity and hybrid language practices in the third space*. *Mind, culture, and activity*, Washington, v. 6, n. 4, pp. 286-303. 1999.
- Mateus, E. F. *Um esboço crítico sobre "parceria" na formação de professores*. *Educação em revista*, v. 30, n. 3, pp. 355-384. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/kCNTJwCpshPMZtBWLZBZvzv/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09-12-2021.
- Mizukami, M. G. N. *Escola e desenvolvimento profissional da docência*. In: GATTI, B. A. et al. *Por uma política nacional de formação de professores*. Editora Unesp. São Paulo: Brasil, 2013. pp.23-54.
- Ribeiro, M. T. D. *A Formação inicial e iniciação à Docência em Química na UFMT: histórias e experiências*. *Revista Prática Docente*, Confresa, v. 4, n. 1, pp. 275-301. 2019. Disponível em: <<http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/in>

- dex.php/rpd/article/view/435>. Acesso em: 09-12-2021.
- Roldão, M. D. C. Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. *Revista brasileira de educação*, v. 12, pp. 94-103. 2007.
- Roldão, M. D. C. Formar para a excelência profissional—pressupostos e rupturas nos níveis iniciais da docência. *Educação & Linguagem*, v. 10, n.15, pp. 18-42. 2007a. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/EL/article/view/155>>. Acesso em 09-12-2021.
- Silva, M. G. L., Martins, A. F. P. Reflexões do PIBID-Química da UFRN: para além da iniciação à docência. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 2, pp. 101-107. 2014.
- Soares, E. de L.; Viçosa, C. S. C. L.; Taha, M. S.; Folmer, V. A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 69–80, 2017. DOI: 10.14483/23464712.10398. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/10398>>. Acesso em: 7 feb. 2022.
- Troleis, A. L.; Albuquerque, E. S. de; Araújo, E. C. D. de. A importância do PIBID e do agente professor supervisor na formação docente do curso de licenciatura em geografia do campus de natal da UFRN. *Revista Extensão & Sociedade*, v. 10, n. 1, p. 65-76, 21 jan. 2020.
- Yin, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Bookman editora. Porto Alegre: Brasil, 2005.





CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O ENSINO DE ASTRONOMIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

CHARACTERIZATION OF ACADEMIC PRODUCTION ON THE TEACHING OF ASTRONOMY IN JOURNALS IN THE AREA OF SCIENCE EDUCATION

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ACADÉMICA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN REVISTAS DEL ÁREA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Taís Regina Hansen* , Luciana Bagolin Zambon** 

Como citar este artículo: Hansen, T. R., Zambon, L. B. (2024). Caracterização da produção acadêmica sobre o ensino de Astronomia em periódicos da área de Educação em Ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 37-53. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19474>

Resumo

A Astronomia, devido seu papel humanístico, histórico e interdisciplinar, é considerada uma importante ciência, com grande relevância para a formação básica cidadã. Neste trabalho, buscamos caracterizar a produção acadêmica sobre o ensino de Astronomia, visando constituir um panorama sobre os conhecimentos que estão sendo consolidados pela área de pesquisa em educação em ciências. A partir da análise dos focos de pesquisa dos artigos sobre Astronomia publicados em nove periódicos brasileiros de educação em ciências, emergiram cinco categorias: 1 – Estudos sobre concepções de docentes, monitores e/ou discentes sobre assuntos de Astronomia; 2 – Estudos sobre a utilização de recursos, estratégias e materiais didáticos para o ensino de Astronomia; 3 – Estudos de revisão de literatura sobre o ensino de Astronomia; 4 – Estudos sobre contexto e desafios do ensino de Astronomia na Educação Básica, Superior e/ou na educação não formal e; 5 – Estudos sobre inserção de conteúdos de Astronomia em Orientações Curriculares. De modo geral, podemos concluir que o número de pesquisadores e de pesquisas na área vem aumentando nos últimos anos; entretanto, as mesmas revelam grandes problemáticas vinculadas ao ensino de Astronomia, como a elevada incidência de concepções alternativas de docentes e discentes, além de erros conceituais em livros didáticos.

Palavras-Chave: Revisão da Literatura. Ensino de Astronomia. Ensino de Ciências. Ensino de Física.

Recibido: Junio 2022; Aprobado: Noviembre 2023

* Mestra em Ensino de Física. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. tais.rhansen@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4818-5211>

** Doutora em Educação. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. luzambon@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5821-0647>

Resumen

La astronomía, por su rol humanístico, histórico e interdisciplinario, es considerada una ciencia importante, con gran relevancia para la formación básica ciudadana. En este trabajo, buscamos caracterizar la producción académica sobre la enseñanza de la Astronomía, con el objetivo de brindar un panorama del conocimiento que está siendo consolidado por el área de investigación en la enseñanza de las ciencias. Del análisis de los focos de investigación de los artículos sobre Astronomía publicados en nueve revistas brasileñas de enseñanza de las ciencias, surgieron cinco categorías: 1 – Estudios sobre las concepciones de profesores, monitores y/o estudiantes sobre cuestiones astronómicas; 2 – Estudios sobre el uso de recursos, estrategias y materiales didácticos para la enseñanza de la Astronomía; 3 – Estudios de revisión de literatura sobre la enseñanza de la Astronomía; 4 – Estudios sobre el contexto y desafíos de la enseñanza de la astronomía en la educación básica, superior y/o no formal y; 5 – Estudios sobre la inserción de contenidos de Astronomía en las Directrices Curriculares. En general, podemos concluir que el número de investigadores e investigaciones en el área ha ido en aumento en los últimos años; sin embargo, revelan grandes problemas vinculados a la enseñanza de la Astronomía, como la alta incidencia de concepciones alternativas de profesores y estudiantes, además de errores conceptuales en los libros de texto.

Palabras-Clave: Revisión de literatura. Enseñanza de la Astronomía. Enseñanza de las ciências. Enseñanza de la física.

Abstract

Astronomy, due to its humanistic, historical and interdisciplinary role, is considered an important science, with great relevance for basic citizen education. In this work, we seek to characterize the academic production on the teaching of Astronomy, aiming to provide an overview of the knowledge that is being consolidated by the area of research in science education. From the analysis of the research focuses of the articles on Astronomy published in nine Brazilian science education journals, five categories emerged: 1 – Studies on the conceptions of professors, monitors and/or students on astronomy matters; 2 – Studies on the use of resources, strategies and teaching materials for teaching Astronomy; 3 – Literature review studies on the teaching of Astronomy; 4 – Studies on the context and challenges of astronomy teaching in Basic, Higher and/or non-formal education and; 5 – Studies on the insertion of Astronomy contents in Curriculum Guidelines. In general, we can conclude that the number of researchers and research in the area has been increasing in recent years; however, they reveal major problems linked to the teaching of Astronomy, such as the high incidence of alternative conceptions of teachers and students, in addition to conceptual errors in textbooks.

Keywords: Literature review. Teaching Astronomy. Science Education. Physics Teaching.

1. Introdução

A Astronomia é considerada a mais antiga entre todas as Ciências (Mourão, 1997), tendo sua

origem nas observações de diversas civilizações ao longo da história, que consideravam o céu uma fronteira distante e inalcançável (Fróes,

2014). Milênios de observações, realizadas inicialmente através de instrumentos simples, permitiram a diversas civilizações a aquisição de conhecimentos astronômicos impressionantes, auxiliando desde o suprimento das necessidades básicas do homem, como a identificação das estações do ano para planejamento das plantações, até tecnologias de ponta hoje utilizadas, como o GPS. Desta forma, destacamos que as necessidades básicas de certas civilizações, aliadas à curiosidade humana, levaram o homem não apenas a observar o céu como também construir e difundir os conhecimentos relacionados a ele, constituindo o campo da Astronomia.

É inegável a influência da Astronomia em nosso cotidiano. Além dos eventos naturais – o suceder do dia e da noite, as estações do ano, o fenômeno das marés, as fases da Lua, entre diversos outros – as pesquisas na área são responsáveis pelo desenvolvimento de diversas tecnologias que atualmente fazem parte de nosso cotidiano, como os relógios e câmeras digitais, as fraldas, termômetros auriculares, lentes de óculos resistentes a arranhões, espuma viscoelástica, aspirador de pó portátil, diversos artefatos empregados na medicina, etc. Conforme salienta Darroz et al. (2014), a Astronomia se encontra na vanguarda da Ciência e da Tecnologia, gerando riquezas e impulsionando a inovação e a economia, além de fornecer à humanidade uma quantidade significativa de informações que permitem “alargarmos os nossos limitados horizontes, a fim de descobrirmos a beleza e a grandeza do universo, bem como o nosso lugar nesse contexto” (Darroz et al., 2014, p.119). Contudo, em consonância com Aquino (2018, p.17)

[...] dizer que a humanidade dispõe de uma vasta gama de informação, não significa dizer que todas as pessoas possuem um conhecimento astronômico plausível, pelo contrário, muitas delas ainda desconhecem muitas das mais elementares informações que lhes permitem compreender corretamente os fenômenos astronômicos que acontecem em seu dia-dia.

Esta situação nos parece estar diretamente relacionada com o que Neres (2017) expressou como sendo uma perda de espaço da Astronomia em sala de aula. De acordo com Langhi (2009), “parece haver um descaso quanto à abordagem deste tema na educação brasileira. Uma análise sobre a história mostra como a Astronomia sofreu uma gradual dispersão e quase desaparecimento dos currículos escolares” (p. 11). Um olhar retrospectivo nos mostra que a área chegou a fazer parte do currículo escolar na forma de uma disciplina do ensino básico, entretanto, atualmente, “não é raro encontrar opiniões que colocam a Astronomia como um capítulo do Ensino de Física, muitas vezes relegado ao esquecimento [...]” (Marrone Júnior & Trevisan, 2009, p.549).

Embora ausente dos currículos escolares, sabe-se que o ensino de conhecimentos do campo da Astronomia possui um papel de grande relevância no âmbito educacional geral e na Educação Básica (EB) em especial. Além de estar intimamente ligada ao nosso cotidiano, a Astronomia é capaz de integrar diferentes áreas – uma vez que envolve saberes químicos, físicos, biológicos, matemáticos, geográficos, entre outros – possibilitando aproximações com uma abordagem de ensino interdisciplinar, conforme destacam Alcântara e Freixo (2016) “a Astronomia fez sentir sua influência em praticamente todos os ramos do conhecimento científico” (p.71). A área possui ainda um papel motivacional dificilmente encontrado em outra Ciência, conforme destacado por Langhi (2009),

Nas escolas, a astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para alunos como para professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc. Este entusiasmo abre a oportunidade para o professor trabalhar, de modo interdisciplinar, as demais matérias escolares (p.10).

Ademais, o ensino da Astronomia nos ajuda a compreender a própria natureza humana, nos despertando para a responsabilidade planetária

individual, enquanto seres habitantes do único planeta conhecido capaz de abrigar vida e auxiliando ainda a desmitificar algumas ideias do senso comum que surgiram há séculos ou décadas e prevalecem ainda hoje, como a influência dos astros na vida e personalidade humana (Langhi, 2009).

No atual documento norteador da EB brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), encontramos temáticas relacionadas à Astronomia em todas as etapas. No Ensino Fundamental está prevista a abordagem do eixo temático “Terra e Universo”, desde os anos iniciais até os anos finais, e no Ensino Médio está proposta a “Competência Específica 2”, a partir da qual pretende-se: “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (Brasil, 2018, p. 556). Ainda de acordo com o documento

A partir de uma compreensão mais aprofundada da Terra, do Sol e de sua evolução, da nossa galáxia e das ordens de grandeza envolvidas, espera-se que os alunos possam refletir sobre a posição da Terra e da espécie humana no Universo. (BRASIL, 2018, p.329).

Cabe destacar que a expressiva presença da área no principal documento norteador da EB brasileira, bem como o fato de que são bem conhecidas as contribuições que a área oferece para o ensino de Ciências e a formação de cidadão críticos e reflexivos, a Astronomia continua distante das programações curriculares das escolas de nosso país. Este aspecto se deve a diversos fatores que envolvem desde uma formação insuficiente de professores no que se refere à área até adversidades ligadas aos recursos disponíveis nas escolas e também fora delas e as próprias condições de trabalho da categoria (Hansen, 2021).

Diante de tais aspectos, estamos investigando as possibilidades e limites para inserção de conteúdos de Astronomia na educação em

ciências. Em especial, neste trabalho, temos o objetivo de caracterizar a produção acadêmica recente sobre o ensino de Astronomia, visando constituir um panorama sobre os conhecimentos acerca dessa temática que estão sendo consolidados na área de pesquisa em educação em ciências. Neste momento, selecionamos para estudo a produção acadêmica veiculada em periódicos da área de Educação em Ciências e de Ensino de Física.

2. Marco teórico

Uma análise acerca dos documentos orientadores da educação brasileira, nos mostram que o ensino de Astronomia sempre esteve presente nas orientações elaboradas pós LDB de 1996 – Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) e a BNCC – sendo crescentes as ênfases dadas à temática, de forma que a BNCC, documento mais recente e que, em divergência as demais orientações, possui caráter normativo, traz a Astronomia em todas as etapas da EB. Aliado a isso, destacamos que pesquisas, como as realizadas por Langhi e Nardi (2014) e Castro, Pavini e Alves (2009), vêm apontando para um gradual interesse entre os pesquisadores de ensino pela área, aumento que pode ser facilmente identificado em congressos e eventos na área, bem como em periódicos vinculados às áreas de educação em ciências e de ensino de Física. Entretanto, conforme já mencionado, autores como Langhi (2009) e Neres (2017) vem indicando uma crescente perda de espaço da Astronomia principalmente na EB. Uma análise histórica nos mostra que, entre os anos de 1890 e 1911, a área fez parte do currículo secundário na forma de uma disciplina, mas hoje é discutida em poucas aulas de Física limitando-se na maioria das vezes aos conceitos de Gravitação Universal e Leis de Kepler.

Neste âmbito, autores vêm apontando para alguns empecilhos que limitam e/ou impedem o tratamento da temática em nível básico.

Pietrocola (2005) enfatiza que los guías didácticos e consecuentemente las aulas – teniendo en vista que esta es, en la mayoría de las veces, la principal forma de consulta utilizada por los profesores y alumnos de todo el país – sufren grandes influencias por los exámenes de vestibulares, como el Examen Nacional del Ensino Medio (ENEM). Así, por diversas veces, se deja de lado el ensino de Astronomía para trabajar conceptos y fórmulas necesarias para tales pruebas, desconsiderando el importante papel formativo que esta apasionante ciencia posee.

Diversos autores apuntan aún para problemáticas en el abordaje de los conceptos astronómicos en los libros didácticos; ausencia de importantes temáticas, errores conceptuales, imágenes y diagramas equivocados y ausencia de prácticas diversificadas y experimentales son algunas de las diversas fallas verificadas tras análisis del recurso (Hansen, 2021; Langhi & Lardi, 2007; Amaral & Oliveira, 2011). Frente a esto, teniendo en vista que en muchos casos el libro didáctico se convierte en la única fuente de investigación para el profesor impartir sus clases (Maluf, 2000), las informaciones imprecisas y desactualizadas, así como las inadecuaciones de carácter tanto conceptual como pedagógico presentes en los guías didácticos pueden ser extremadamente perjudiciales para el proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente debido al hecho de la existencia de un gran déficit en la formación docente en relación a asuntos ligados a la Astronomía (Hansen & Zambon, 2021). De acuerdo con Langhi (2009), en la mayoría de los casos, los profesores de EB no tienen acceso a contenidos astronómicos durante sus formaciones, así, para Amaral y Oliveira (2011), no están en condiciones de enfrentar los diversos errores traídos por los libros.

Frente a la falta de formación apropiada, Langhi (2009) considera que, de forma general, los profesores optan por dos alternativas:

Preferen no enseñar astronomía o buscan otras fuentes de información. Por lo tanto, hay carencia de fuentes seguras sobre astronomía [...] La información es escasa en documentarios sobre el tema, y muchas veces prefiere exagerar en el sensacionalismo en noticias

que involucran asuntos sobre el espacio sideral (p.11).

Sea en bibliotecas públicas, revistas de las bancas de prensa o en los programas de horario noble de televisión, difícilmente encuentran discusiones relevantes y confiables sobre el tema. De hecho, conforme resalta Sagan (2006), el ceticismo no vende bien, así, “los relatos espúrios que engañan a los ingenuos son accesibles” mientras que “las abordajes céticos son mucho más difíciles de encontrar” (p.20), generando diversas interpretaciones erróneas entre los laicos en el asunto, incluso entre profesores de Ciencias y Física oriundos de formaciones insuficientes.

Buscando investigar posibles lagunas formativas/conceptuales relacionadas al ensino de Astronomía y la forma como los docentes procuran suplir tales deficiencias, Darroz, Rosa y Grandis (2016), preguntaron a los profesores del Ensino Fundamental, a través de un cuestionario, si en sus cursos de formación habían pasado por algún tipo de contacto con la Astronomía. 44,1% de los profesores participantes respondieron que sí, 47,1% respondieron que no y 8,8% no respondieron. A los 44,1% de profesores se les solicitó que juzgaran el nivel de profundización de estos contenidos: 73,3% consideraron básico, 13,3% consideraron aprofundado y 13,3% no respondieron. En relación a las fuentes de información utilizadas por los profesores, los autores observaron que la internet es una de las principales fuentes de consultas, siendo los libros didácticos y otras referencias bibliográficas, medios secundarios para consulta. En este sentido, aún que los contenidos astronómicos hayan sido trabajados durante la formación inicial de gran parte de los participantes, aún pudieron ser verificadas diversas lagunas y concepciones erróneas entre los participantes.

Frente a estos aspectos, podemos comprender algunas de las razones que ocasionan la pérdida del espacio de la Astronomía en la EB, ocasionando el desconocimiento, por parte de la población en general, de importantes asuntos ligados a la temática que forman parte de nuestro día a día. Para la

mudança desse cenário, julgamos necessárias ações que visem ampliar a abordagem da temática tanto na EB quanto no Ensino Superior (ES). A fim de identificar quais são as dinâmicas já desenvolvidas em prol da ampliação da área no contexto educacional brasileiro, apresentamos neste trabalho uma revisão da literatura sobre o assunto em questão. Acreditamos que por meio da mesma estaremos contribuindo para a efetivação de novas ações, capazes de ampliar e enriquecer os conhecimentos astronômicos da população em geral.

3. Metodologia

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico, desenvolvida a partir da análise de materiais que já passaram por algum tratamento analítico (GIL, 2002). Nosso corpus de análise compõe-se de artigos publicados nos nove (9) periódicos brasileiros de educação em ciências mais bem avaliados no âmbito do qualis CAPES da área de ensino, a saber: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (2008-2021), CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984-2021), Ciência & Educação (1994-2021), Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (1999-2021), Ienci – Investigação em ensino de Ciências (1996-2021), RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (2008-2021), RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física (2001-2021), RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências (2001-2021) e REnCiMA - Revista de Ensino de Ciências e Matemática (2010-2021). Cabe destacar que o recorte temporal difere em cada periódico em virtude de que buscamos contemplar todos os volumes já publicados de cada revista.

O corpus de análise foi definido em duas etapas. Na primeira etapa, identificamos artigos que continham no título, resumo e/ou palavras-chave o termo Astronomia, chegando a um total de 172 artigos¹. Na segunda etapa, identificamos quais

eram as motivações e objetivos de cada investigação. A partir dessa análise, estabelecemos quatro categorias relacionadas à natureza dos artigos publicados, a saber: 1 – Ensaio teórico sobre a estrutura conceitual de Astronomia (22 artigos que abrangem revisões e discussões de documentos históricos relacionados à temática e problematizações referentes a conceitos ligados ao tema); 2 – Ensaio teórico sobre o ensino de Astronomia (10 artigos nos quais os autores apresentam e discutem questões referentes ao ensino da temática); 3 – Pesquisas empíricas relacionadas ao ensino de Astronomia (89 artigos de pesquisa empírica, relacionadas a diferentes focos de investigação que serão explorados mais adiante) e; 4 – Propostas didáticas para o ensino de Astronomia (51 artigos, nos quais são apresentados e discutidos propostas didáticas e recursos alternativos relacionados para ensino de Astronomia). É interessante salientar que aproximadamente 55% do total de artigos elencados no grupo 4 são publicações da RBEF, evidenciando uma forte característica da revista em divulgar tais estudos.

Tendo em vista o foco deste artigo, que se refere às possibilidades e limitações para inserção de conteúdos de Astronomia na educação em ciências, analisamos apenas aqueles trabalhos que se referem a pesquisas empíricas, ou seja, o grupo 3; visto que, embora reconheçamos a relevância dos demais trabalhos, consideramos que os mesmos não são capazes de responder ao nosso problema de pesquisa, uma vez que não se baseiam em experiências concretas do ambiente escolar. Desta forma, com o corpus devidamente definido, passamos para a etapa de análise. Neste momento, a partir de uma leitura flutuante, identificamos as intenções das pesquisas, os métodos utilizados e os principais resultados alcançados. Para tornar esse processo mais organizado, essas informações foram dispostas em uma tabela por meio da qual identificamos os focos de cada pesquisa e, a partir disso,

¹ Do total de artigos oito (8) pertencem ao periódico Alexandria, cinquenta e três (53) ao CBEF, oito (8) ao periódico Ciência & Educação, onze (11) ao Ensaio, quatro (4) à Ienci, cinco (5) ao

RBECT, sessenta e um (61) ao RBEF, sete (7) ao RBPEC e quinze (15) à REnCiMA.

establecemos cinco categorías: 1 – Estudios sobre concepciones de docentes, monitores e discentes sobre Astronomía; 2 – Estudios sobre recursos, estrategias e materiales didáticos para el ensino de Astronomía; 3 – Estudios de revisión de literatura sobre el ensino de Astronomía; 4 – Estudios sobre contexto e desafíos del ensino de Astronomía en EB, ES e no formal e; 5 – Estudios sobre inserción de contenidos de Astronomía en Orientaciones Curriculares. Tais categorías serán descritas e discutidas en la sección siguiente. Cabe destacar que procedimientos metodológicos semejantes son utilizados en otras pesquisas que buscan investigar el perfil de la pesquisa en Ensino de Astronomía brasileiro, como, por ejemplo, Iachell e Nardi (2010) e Marrone Junior e Trevisan (2009) en que se parte de una lectura sin pretensiones directas de análisis para la identificación de los objetivos e posterior categorización.

4. Resultados

En la Tabla 1 encontramos los 172 artículos distribuidos de acuerdo con el número de publicaciones realizadas por cada revista en el transcurso de cada año, tornando posible verificar el crecimiento de pesquisas en la área. Verificamos que hasta el año de 2001 realizaban-se pocasísimas pesquisas en la área, siendo que de los cuatro (4) periódicos que ya publicaban anteriormente a esse año (CBEF, Ciências & Educación, Ensaio e Ienci) apenas un periódico – CBEF – publicaba trabajos relacionados a Astronomía. Durante los 5 años siguientes (2003 – 2008) – después del año de 2002 no contar con ninguna producción – además de publicaciones en CBEF, observamos trabajos divulgados en la Revista Brasileira de Ensino de Física. Tais informaciones, sumadas al número expresivo de publicaciones en CBEF e en RBEF en comparación a las demás revistas, acaban en demostrando lo cuanto a la área viene siendo delegada al ensino de Física, aunque se trate de una área interdisciplinar.

Tabla 1. Datos encontrados.

Año	Alexandria	CBEF	Ciencias e Educación	Ensaio	Ienci	REnCiMA	RBECT	RBEF	RBPEC	Total
2021	3	5		2	2	1	1	7		21
2020	2		2	1		4		9		19
2019	1	1	1			2		1		6
2018		4		1	1	2	1	9		18
2017		3	1				1	4	1	10
2016		2	1			2	1	3		9
2015	1	1				1		2		5
2014	1	2	1					3	2	9
2013		2	1				1	4		8
2012		4		1		1		1	1	8
2011		1	1			1		4	2	9
2010		6		6		1		2		15
2009		4			1			3		8
2008		2						4		6
2007		2						2	1	5
2006								2		2
2005		1								1
2003		1						1		2
2001		1								1
2000		2								2
1999		1								1
1997		3								3
1994		4								4
1990		1								1

Número de publicaciones de las revistas del corpus realizadas a cada año. **Fuente:** Los autores.

Conforme mencionado anteriormente, considerando nuestro interés en construir un panorama sobre los conocimientos acerca de esta temática que están siendo consolidados en la área de pesquisa en educación en ciencias, presentamos aquí apenas el análisis de aquellos artículos que relatan el desenvolvimiento de pesquisas empíricas e discuten sus resultados, o sea, aquellas clasificadas en el grupo 3. As investigaciones del referido grupo fueron nombradas de acuerdo con cada categoría: artículos pertenecientes a la categoría 1 fueron nombrados por la letra A seguida de su número de identificación, artículos de la categoría 2 fueron nombrados por la letra B seguida de su número de identificación e así por adelante. En el presente texto, teniendo en vista el elevado número de trabajos e visando tornar lo más claro posible los resultados encontrados,

optamos em usar apenas a nomenclatura de cada artigo de nosso corpus².

Na primeira categoria, Estudos sobre concepções de docentes, monitores e discentes sobre Astronomia, identificamos um total de 14 trabalhos, sendo que 8 artigos referem-se às concepções de discentes – três no Ensino Médio, dois no Ensino Fundamental, um na Educação Infantil e dois no ES – e 4 artigos sobre as concepções de docentes de EB sobre conceitos de Astronomia. No que se refere aos instrumentos para coleta de dados, estas pesquisas utilizaram questionários (8 artigos), desenhos (2 artigos), mapas mentais e escrita de texto (ambos com 1 artigo). Os outros dois artigos tratam de concepções de monitores de espaços de educação não formais de ensino de Astronomia. Com objetivo de identificar as concepções referentes ao ensino da temática, esses dois artigos se diferenciam dos demais trabalhos, que se dedicam a identificação de concepções conceituais; assim, além dos questionários, essas duas pesquisas utilizaram recursos alternativos para coleta de dados, como, por exemplo, observações e entrevistas.

Quanto aos resultados, praticamente todas as pesquisas da categoria relatam a ocorrência de concepções alternativas acerca de conceitos astronômicos considerados básicos, como: sistema solar, planetas, eclipses, fases da lua, estações do ano, solstício, equinócio, cometas, asteroides, meteoros e galáxias. A10, após aplicar um questionário composto por 18 questões de múltipla escolha, buscando verificar o nível de conhecimento astronômico de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, apresenta uma discussão pertinente sobre a origem destas concepções; segundo os autores

Durante a análise desse instrumento, evidenciou-se que, embora existam vários conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos professores, esses profissionais não se sentem seguros para ministrar aulas de ciências que envolvam conceitos básicos de astronomia.

Acredita-se que esses conceitos foram incorporados às suas estruturas cognitivas ao longo de sua vivência cotidiana e profissional graças às informações que chegam ao seu alcance por intermédio dos livros didáticos, pelos meios de comunicação e pela observação do mundo natural [...] No entanto, conforme demonstram os baixos índices de acerto das questões [...], esses conhecimentos, na maioria das vezes, consolidam-se de forma incompleta ou equivocada (Darroz et al., 2013, p.86).

Os estudos realizados com professores apontam o agravante de que, no processo de ensino e aprendizagem, pode haver o reforço de concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos astronômicos, acarretando erros conceituais durante as aulas que deveriam contemplar esses conteúdos (Langhi & Nardi, 2008). Langhi e Nardi (2010), em uma pesquisa realizada a partir de questionários com uma amostra de professores dos anos iniciais do ensino fundamental constataram que a maioria dos participantes não possui domínio sobre conteúdos astronômicos considerados básicos; para os autores

caso o professor não domine os saberes disciplinares em Astronomia essencial, devido principalmente a lacunas durante sua formação inicial, é preocupante imaginá-lo trabalhando em sala de aula com saberes disciplinares construídos a partir de outras fontes de consulta (nem sempre seguras) (p.219).

Os autores destacam ainda que esses conceitos astronômicos básicos não completamente compreendidos podem oferecer, em alguns casos, resistências a mudanças conceituais ou ao aprendizado de outros conceitos, na maioria das vezes mais complexos (Langhi & Nardi, 2010); de forma que o professor acaba deixando de buscar outros conhecimentos.

No que se refere às pesquisas sobre concepções de monitores de espaços não formais de educação, podemos perceber, de modo geral, uma postura responsável, tendo em vista que estes reconhecem a importância de deterem

² A tabela contendo os dados de cada artigo pode ser acessada pelo link:

https://drive.google.com/file/d/1xrUKtkGEy_DBC1MrBGOtN6S2d5_QHfSAw/view?usp=sharing

conhecimentos sobre os conceitos básicos de Astronomia e de buscá-los em fontes didáticas e cursos.

Assim, podemos destacar como um dos principais fatores que levam às concepções alternativas a falta de formação apropriada na área de Astronomia, ficando evidenciada a importância e a necessidade de discussões referentes aos conceitos astronômicos, tanto na formação inicial de docentes quanto na formação continuada, a qual segundo A4 representa uma ação imediata necessária para minimizar os conflitos observados em diversas pesquisas realizadas com estudantes (Gonzaga & Voelske, 2011). Salientamos, portanto, que a abordagem de conceitos na formação de professores é preponderante para que os assuntos de Astronomia voltem a fazer parte do currículo de EB, contribuindo para uma formação que, dentre outros aspectos, esteja vinculada com a responsabilidade social e ambiental. Contudo, conforme destaca Mizukami (2004), o conhecimento do conteúdo específico, embora extremamente necessário para a formação dos professores, por si só, “não garante que o mesmo seja ensinado e aprendido com sucesso” (p. 39); se configuram, portanto, como conhecimentos necessários, mas não suficientes para a atuação em sala de aula, sendo indispensável a articulação dos conteúdos com conhecimentos pedagógicos gerais e conhecimentos pedagógicos específicos (Hansen & Zambon, 2021).

A categoria 2³, Estudos sobre recursos, estratégias e materiais didáticos para o ensino de Astronomia, conta com 50 artigos, sendo a categoria com o maior número de trabalhos, o que demonstra a preocupação de pesquisadores em desenvolver e, principalmente, analisar e discutir diferentes práticas e materiais didáticos, a fim de garantir a efetividade do ensino da

temática; corroborando com os achados de Siemsen & Lorenzetti (2017).

Em termos metodológicos, tais pesquisas utilizam como fontes de informação: sujeitos (38 trabalhos) – sendo a maioria estudantes de EB e/ou ES (31 artigos) e, em menor número, professores e voluntários (6 e 1 artigo, respectivamente) – bem como documentos (12 trabalhos) – sendo 6 artigos referentes à análise de Livros Didáticos e três (3) artigos para plataformas online, um para modelos astronômicos, um prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e um artigos de periódicos.

Os artigos que tratam de pesquisas desenvolvidas junto a sujeitos utilizam os questionários pré e pós-testes como principal instrumento de coleta de dados e alguns poucos trabalhos utilizaram recursos alternativos como observações, gravações e análise das atividades desenvolvidas pelos sujeitos. Quanto ao tipo de atividade desenvolvida, encontramos uma grande variedade de recursos, estratégias e materiais, como, por exemplo: oficinas temáticas, elaboração de material didático de forma online ou impressa, experimentações, mapas conceituais, materiais para demonstrações, vídeos, visitas orientadas, folders informativos, observações astronômicas, textos sobre história da Astronomia, documentários, entre outros.

De maneira geral, tais pesquisas trazem como resultados a importância de recursos alternativos para o ensino de Astronomia; como em B7, onde utilizou-se de um relógio de sol analógico como recurso didático, chegando, ao final, em resultados satisfatórios que demonstram o quanto o recurso “motiva o aluno, aumenta sua interação e curiosidade sobre o conteúdo abordado e principalmente, o aluno passa a ser, e sente que é, o centro do processo de ensino-aprendizagem” (Azevedo et al., 2013, p. 2403-12). Ainda neste viés, podemos destacar a prática

³ Referência dos artigos citados da Categoria 2: B7 - Azevedo et al. (2013); B9 - Cavalcanti, Freitas & Lay (2012); B31 - Langhi & Nardi (2017); B32 - Canalle, Trevisan & Lattari (1997); B33 - Canalle, Trevisan & Lattari (1997); B42 - Souza & Azevedo Filho

(2021); B2 - Nascimento, Carvalho & Silva (2016); B37 - Almeida & Menezes (2020); B3 - Xavier, Voelzke & Ferreira (2019); B35 - Zárete, Canalle & Silva (2009); B22 - Santos, Voelzke & Araujo (2012); B17 - Ducheiko e Silva (2017); B39 - Moraes & Silveira (2020); B40 - Arruda, Zapparoli & Passos, (2019).

descrita en B9, onde realizou-se a comparação entre o desempenho de duas turmas do curso de bacharelado em Física na Universidade Nacional Timor Lorosa'e, para tal uma das turmas utilizou recursos tecnológicos enquanto a outra não, concluindo que os estudantes da turma que tiveram contato com os equipamentos, além de assimilarem melhor os conceitos, mostraram-se mais motivados e integrados com os conteúdos ministrados. Portanto, é possível verificar, por meio das práticas educativas analisadas nesta categoria, que a realização de atividades envolvendo recursos e materiais didáticos alternativos, vinculados a assuntos astronômicos, promove uma maior motivação entre os estudantes além de contribuir significativamente para uma melhor assimilação dos conteúdos. Essa constatação vai ao encontro dos resultados apontados por Siemsen e Lorenzetti (2017). Em seu estudo, os autores analisaram e caracterizaram a pesquisa em Ensino de Astronomia voltada para o Ensino Médio através de uma coleta de dados no Banco de Teses e Dissertações da Capes. Segundo os autores, a abordagem de assuntos que despertem o interesse nos alunos, como a Astronomia, em conjunto com metodologias e recursos alternativos "motivam os indivíduos, fazendo com que estes apresentem maior desempenho, participação e comprometimento com o ensino" (Siemsen & Lorenzetti, 2017, p. 197). Além disso, os autores salientam que a articulação entre a curiosidade e a criatividade do aluno através de assuntos de seus interesse e aulas diferenciadas, além de melhorarem o aprendizado, auxiliam no desenvolvimento do "pensamento crítico e a incorporação de conhecimentos científicos que impactem o seu cotidiano" (Siemsen & Lorenzetti, 2017, p.198).

Quanto aos 12 trabalhos que utilizaram documentos como fonte de informação, identificamos uma variedade de temáticas investigativas. B31, B32 e B33, analisaram conceitualmente livros didáticos, apurando diversos erros conceituais, além de conteúdos apresentados de forma pouco clara e esclarecedora. Em B42 realizou-se uma

comparação entre as orientações dos PCN+ e 12 coleções de Física aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018-2020, verificando que os documentos não são consoantes no que diz respeito a conteúdos astronômicos. Já B2 e B37 buscaram verificar a qualidade dos relatos históricos referente à Astronomia nos livros didáticos de Ensino Fundamental. Neste âmbito, B2 concluiu que os mesmos reforçam uma concepção de fazer científico equivocada; enquanto que B37, uma investigação mais recente, após analisar 12 coleções de LD verificou um crescimento da inserção do assunto e uma redução de erros conceituais.

Em B35 verificou-se quais os tipos de questões das provas das Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA). B3, por sua vez, investigaram a quantidade de sinais ligados à Astronomia em dicionários de LIBRAS, constatando a falta de diversos sinais indispensáveis. B22 propuseram e analisaram um modelo didático referente ao movimento da Terra. B17 realizaram uma pesquisa bibliográfica referente à cultura indígena e sua relação com a Astronomia, identificando a possibilidade de união entre arte e ciências da cultura indígena no ambiente escolar. B39 analisou 32 MOOC (Massive Open Online Course) a fim de verificar as tendências, desafios e possibilidades. E, por fim, B40 buscou investigar indícios de aprendizagens científicas em três grupos de Facebook de Astronomia amadora, constatando que, de fato, tais redes podem ser consideradas ambientes de aprendizagem.

Assim, as pesquisas agrupadas nessa categoria nos indicam caminhos para reformular e melhorar o ensino de Astronomia, seja na EB ou ES, auxiliando professores em suas práticas docentes, por meio da divulgação de recursos, estratégias e materiais bem elaborados, testados e devidamente discutidos. Além disso, apontam um alarmante dado referente a falhas conceituais em Livros Didáticos, material disponibilizado pelo Ministério da Educação a todos os professores e estudantes de escolas públicas

brasileira, sendo, portanto, a maior fonte de consulta para estes.

Cabe destacar que os Livros Didáticos se caracterizam como um recurso comumente investigado no que diz respeito à Astronomia. Pesquisas, como as realizadas por Pretto (1985); Bizzo (1996); Trevisan, Lattari & Canalle (1997); Canalle (1997); Langhi & Nardi (2007), mostram que o recurso, nas poucas páginas dedicadas ao ensino de Astronomia, apresenta diversos erros conceituais em conceitos relativamente simples. Amaral & Oliveira (2011) destacam ainda problemas com as imagens e diagramas. Trevisan, Lattari & Canalle (1997) salientam que “não se estimula o aluno a ver os fenômenos do céu, no seu dia a dia, estimulando a pesquisa e a observação” (p.14). Já Canalle (1997) evidencia que nas poucas vezes em que há algum tipo de experimento ou atividade prática sugerida, faltam informações que, por vezes, impossibilitam a sua realização. Tais estudos, em sua grande maioria, foram realizados anteriormente à ampliação do PNLD para o Ensino Médio e para a disciplina de Física, que teve sua 1º edição no ano de 2009; para Langhi & Nardi (2007), a avaliação realizada pelo programa resultou em uma sensível melhora na qualidade do material, contudo ainda persistiam erros conceituais e informações incompletas. Em um estudo mais recente, (Hansen, 2021), ao analisar uma coleção de Livro Didático da disciplina de Física, referente ao PNLD 2018-2020, constatou que o recurso busca, em diversos momentos, abordar conceitos astronômicos, contudo

os textos se apresentam, em sua grande maioria, de forma fragmentada e superficial e importantes assuntos não são abordados. Além disso, o LD utiliza imagens fora de escola e em cores fantasias, não define diversos conceitos citados ao longo dos textos, não incentiva atividades diversificadas – como a experimentação e a prática à observação – e não indica referências bibliográficas e/ou sugestões de leitura para que os estudantes possam

investigar de forma mais aprofundada os assuntos/conceitos (p.175-176).

Na categoria 3⁴, Estudos de revisão de literatura sobre o ensino de Astronomia, chegamos a um total de 9 artigos. Estes referem-se a análises de teses e dissertações e de publicações de periódicos, focando em assuntos como o perfil das pesquisas na área; as tendências, potencialidades e características da área de educação não formal em Astronomia no Brasil; justificativas para o ensino da Astronomia segundo pesquisadores brasileiros; mudanças decorrentes de resultados de pesquisas referentes a concepções alternativas ligadas a Astronomia; práticas didáticas relacionadas com as relações étnico-raciais; entre outros.

Tendo em vista que os trabalhos possuem motivações divergentes, os resultados encontrados por cada pesquisa apresentam poucos pontos de convergência. C1 buscou analisar, por meio de Teses e Dissertações da CAPES entre 2008-2018, as características da área de educação não formal em Astronomia no Brasil, chegando à conclusão de que, embora semelhante à educação formal, a área é recente e pouco explorada. Já no trabalho de C2 investigou-se em 19 periódicos, entre 2004-2014, o que o pesquisador brasileiro afirma como justificativas para o ensino da Astronomia, estabelecendo diversas contribuições educacionais, como o favorecimento de atividades experimentais e de observação, auxílio para os enfoques HFC (História e Filosofia da Ciência) e CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), aumento da motivação entre os estudantes e a interdisciplinaridade da área. Preocupado em debater a direção e atitudes que nos apontam os resultados de pesquisas sobre Educação em Astronomia vinculadas ao viés de concepções alternativas, C3 realizou uma revisão bibliográfica sobre a questão, evidenciando a persistência da problemática. Os autores de C4 buscaram descrever o perfil da pesquisa em

⁴ Referências dos artigos citados da Categoria 3: C1 - Moraes & Silveira (2019); C2 - Langhi & Nardi (2014); C3 - Langhi (2009); C4 - Marrone Junior & Trevisan (2009); C5 - Iachel & Nardi

(2010); C6 - Moraes & Silveira (2021); C7 - Oliveira, Alves-Brito & Massoni (2021); C8 - Pires & Peduzzi (2021); C9 - Gonçalves & Bretones (2020).

Ensino de Astronomia no Brasil, por meio da análise de 38 trabalhos do periódico *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* no período de 20 anos (1988-2008), encontrando, ao final da análise, três características: pesquisadores preocupados em discorrer sobre fenômenos básicos da área, a força da abordagem histórico-filosófica e a preocupação da área em alfabetizar de forma correta e contextualizada. C5 apresenta uma análise sobre 58 publicações relacionadas à Astronomia dos periódicos: CBEF (1984-2009) e a RBEF (1979-2009); ao final, identifica tendências como: o aumento de pesquisadores e publicações na área, a diversidade de conteúdos e um grande interesse da área de Educação e Ensino pela temática.

Em C6 são investigadas as principais características, tendências, potencialidades e fragilidades da educação não formal em Astronomia no Brasil. Para tanto, realiza-se uma revisão sistemática da literatura através da análise de 539 produções acadêmicas publicadas entre 2009 a 2019 (incluindo teses, dissertações e anais de eventos). Os resultados da investigação revelaram que as regiões Norte e Nordeste do país possuem poucas produções relacionadas a temática e que de um modo geral, há uma carência de publicações relacionadas a Astronomia amadora e indígena; estando a maior parte das pesquisas relacionadas a Astronomia Moderna. O artigo C7 buscou identificar e analisar as dissertações provenientes de Mestrados Profissionais em Ensino de Física e Astronomia de 6 diferentes programas brasileiros entre o período de 2003 a 2019 que apresentam práticas didáticas relacionadas as relações étnico-raciais. A investigação revela um preocupante cenário em que apenas 4 dissertações, de um total de 1262, buscaram levar para a sala de aula tais discussões. C8 e C9 foram as únicas investigações com a intenção de analisar a produção referente a um conteúdo específico de Astronomia. O artigo de C8 apura a maneira com que a história da descoberta dos pulsares e a atuação de Jocelyn Bell Burnell neste episódio se manifesta em 35 trabalhos, envolvendo periódicos, anais de eventos,

dissertações e teses publicadas até o primeiro trimestre de 2020. Já C9, buscou oferecer um panorama sobre as pesquisas envolvendo a temática da Lua e suas fases a partir da análise de teses, dissertações, artigos publicados em periódicos e trabalhos apresentados em eventos relacionados ao ensino e à educação em Astronomia. Como resultado, os autores identificaram que a temática é bastante abordada, principalmente no Ensino Fundamental.

Grande parte dos artigos mencionam o crescente interesse e preocupação dos pesquisadores com a área de Ensino de Astronomia, entretanto, deixam claro que, mesmo com o aumento de pesquisas, as práticas de ensino continuam sendo fonte de problemáticas, tais como a persistência de concepções alternativas e a escassez de práticas e descaso frente à temática. Ademais, C2 e C3, referindo-se à precária formação dos professores, destacam a insuficiência de recursos alternativos que poderiam servir de apoio para a atuação docente, citando a pouca quantidade de planetários, observatórios, museus de ciências e associações de astrônomos, dado confirmado pela pesquisa de C1, que destaca a pouca exploração da área de educação não formal em Astronomia no Brasil.

Destacamos que, embora relevantes, são poucos os trabalhos de revisão de literatura sobre o Ensino de Astronomia, limitando-se a poucas temáticas de investigação. Mas, nos deparamos com indicativos de um crescente aumento das pesquisas, tendo em vista a atualidade destas, e de aspectos positivos referentes à área, como destacado por C4 ao salientar que ao final da pesquisa encontraram:

[...] uma área ainda em construção, mas com características bem definidas no que tange aos problemas de pesquisa encontrados, à forma como são divulgados e à iniciativa dos pesquisadores em transformar o Ensino de Astronomia em potencial recurso didático (Marrone & Trevisan, 2009, p.547).

Desta forma, concluímos que a literatura do ensino de Astronomia vem se aperfeiçoando nos

últimos años, trayendo un panorama de aspectos positivos, como el aumento de investigadores y publicaciones en el área, e igualmente de aspectos negativos, como la persistencia, incluso después de diversas investigaciones, de visiones erróneas sobre el asunto.

La categoría 4⁵ presenta trabajos que abordan el contexto actual y los desafíos referentes al enseñanza de Astronomía, tanto en la EB, como en el ES y en los espacios no formales de educación, llegando a un total de 14 artículos. Ellos traen la discusión de diversos asuntos, como comunicaciones sobre Olimpíadas relacionadas a la Astronomía, investigaciones referentes a la práctica escolar involucrando profesores de EB, análisis sobre el perfil de la comunidad académica brasileña que actúa en la Educación en Astronomía, entre otros.

El análisis conjunto de los artículos de esta categoría permitió establecer convergencias en términos de metodologías, ya que las investigaciones relatadas en los artículos, aunque posean el mismo foco de investigación, tratan de temáticas muy distintas y específicas. De manera general, los trabajos apuntan interesantes resultados, como: el crecimiento en el número de escuelas registradas en la Olimpíada Brasileña de Astronomía; la predominancia de formación académica vinculada al área astronómica en la región Sudeste y de doctores en Educación en el campo de investigaciones y producción bibliográfica sobre el Enseño de Astronomía; el reconocimiento por la mayoría de los profesores de la relevancia del enseñanza de Astronomía, pero la no inclusión de temáticas vinculadas al área en sus planes escolares; el uso de conferencias, presentación de series sobre Astronomía, observación de objetos que se presenten de forma parecida cuando observados a ojo desnudo y con el telescopio y actividades en lugares de difícil acceso, como recursos inadecuados para prácticas destinadas al público general en el asunto; el hecho de que la frecuencia de estudiantes de licenciatura en un planetario está vinculada con la clase económica y

con el espacio geográfico donde reside; entre otros.

Algunos de estos datos nos revelan un posible aumento en la difusión del enseñanza de Astronomía, una vez que, de acuerdo con D7, en 2002 los números presentados por la participación de las escuelas en la V Olimpíada Brasileña de Astronomía (OBA) indicaban un aumento de la atención de la misma en las escuelas de la mayor parte de los estados, resultado que se confirma al analizar los datos de 2019, verificando un aumento de 60.338 alumnos participantes de la OBA en 2002 para cerca de 800 mil en el referido año. Sin embargo, cabe cuestionar sobre la preparación de los estudiantes para tal prueba, teniendo en cuenta que, de acuerdo con D3, muchos profesores aún no incluyen la temática en sus aulas.

Muchas de las investigaciones mencionan en algún momento las fallas durante la formación del profesor en contenidos básicos de Astronomía como siendo una de las principales problemáticas en relación al enseñanza de esta área. En respuesta a la problemática, así como los artículos de C2 y C3 pertenecientes a la categoría 3, D1, D2 y D5 destacan los espacios de educación no-formal como importantes auxiliares en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pueden ser encontradas, dispersadas por Brasil, diversas instituciones, actividades y materiales vinculados a la Astronomía: cursos de formación continuada, cursos cortos y talleres promovidos por proyectos de extensión de universidades e instituciones públicas; investigaciones relacionadas al enseñanza de Astronomía publicadas en tesis/dissertaciones, periódicos e/ó o anales de eventos; eventos directamente vinculados a la Astronomía, como los encuentros nacionales de astronomía (ENAST), encuentros brasileños para el enseñanza de astronomía (EBEA), reuniones de la SAB e reuniones anuales de la Asociación Brasileña de Planetarios (ABP); establecimientos preocupados en popularizar y enseñar Astronomía, como planetarios, observatorios y museos; actividades de enseñanza, como la OBA; sitios en la web de contenidos astronómicos; etc. Cabe entonces

⁵ Referencias de los artículos citados de la Categoría 4: D1 – Costa Jr. (2018); D2 – Langhi & Nardi (2009); D3 – Faria & Voelzke (2008);

D5 – Langhi, Oliveira & Vilaça (2018); D7 – Rocha et al. (2003); D8 – Canalle et al. (2000).

refletir sobre las relaciones existentes entre los espacios formales, no formales e informales. Langhi & Nardi (2009) apuntan para la importancia de la articulación entre comunidad astronómica profesional, comunidad astronómica aficionada y comunidad escolar, que, en sus opiniones, promoverían “más efectividad a la educación en Astronomía en la formación inicial y continuada de profesores, así como en los bancos escolares” (p.4402-8).

Por fin, la quinta categoría, que trata de la discusión de aspectos relacionados con los documentos norteados de la educación brasileña, evidentemente enfocando en el ensino de Astronomía. En esta categoría contamos con solo dos artículos, el primero (Hosoume, Leite & Carlo, 2010) analiza el ensino de Astronomía en Brasil, a partir de los 18 programas del Colegio Pedro II, relativos al período de 1841 a 1951, realizando para tanto un levantamiento sobre la presencia de contenidos de Astronomía, concluyendo que

[...] la evolución en el tiempo del ensino de la astronomía en la escuela secundaria no ocurrió de forma lineal, no tendiendo a una educación mejor o más completa de esta disciplina. En términos de cantidad de contenidos de astronomía a ser estudiados hay ausencia casi total en torno de la década de 1860, aumentando en las décadas siguientes, contemplando mayor número de temas en torno de 1898, oscilando nuevamente y desapareciendo en torno de 1950 (p.200).

El segundo (Albrecht & Voelske, 2018) buscó comparar las propuestas y la claridad frente a los contenidos astronómicos presentes en las Propuestas Curriculares de los estados de Paraná, Rio Grande do Sul y Santa Catarina, constatando que todas las propuestas presentan solo los tópicos generales a ser trabajados, así que, así que, superficiales en lo que respecta a la división específica de contenidos.

A partir del análisis de los artículos podemos identificar algunas tendencias de las investigaciones. Las investigaciones con investigaciones sobre la OBA son más antiguas. Las dos primeras datan de 2000 y 2003, factor que puede ser explicado por el reciente surgimiento de la olimpiada que tuvo su primera edición en 1998. Mientras que el último trabajo

– realizado en 2009 y que investiga los tipos de preguntas de las diez primeras ediciones – puede estar relacionado con el creciente número de escuelas que adoptaron la OBA. Datos obtenidos a través del sitio del programa muestran que en su primera edición solo 21 escuelas participaron, número que sufrió un aumento para 597 en la segunda edición, 3.229 en 2005 y 10.445 en 2009 – año en que la olimpiada alcanzó el mayor número de participaciones de la historia, visto que desde entonces los números oscilan entre 7 y 10 mil participaciones.

Las investigaciones sobre recursos destinados a estudiantes con necesidades especiales son más actuales, acompañando, así que, las políticas recientes para este público; como la Ley nº 13.146 de 2015 que instituye la Ley Brasileña de Inclusión de la Persona con Deficiencia – destinada a “asegurar y promover, en condiciones de igualdad, el ejercicio de los derechos y las libertades fundamentales de la persona con deficiencia, buscando su inclusión social y ciudadanía” – y el PNE que presenta como una de sus metas,

Universalizar, para la población de 4 (cuatro) a 17 (diecisiete) años con deficiencia, trastornos globales del desarrollo y altas habilidades o superdotación, el acceso a la educación básica y al servicio educativo especializado, preferentemente en la red regular de ensino, con la garantía de sistema educativo inclusivo, de salas de recursos multifuncionales, aulas, escuelas o servicios especializados, públicos o conveniados (Brasil, 2014).

De la misma manera que los trabajos relacionados a la inclusión, las investigaciones referentes al ensino de Astronomía en espacios informales y no formales también son más recientes. Las dos primeras publicaciones relacionadas al tema datan de 2009. Una de ellas tenía como objetivo proporcionar un panorama general sobre la dispersión de actividades astronómicas tanto en ambientes formales, como no formales e informales; mientras que la segunda, así que, analiza los resultados obtenidos en actividades realizadas en espacios no formales e informales. Otras aún preocupan-se en

analisar a formação, concepções e aprendizagem de monitores destes espaços. Tais pesquisas podem estar relacionadas à ênfase dada ao assunto pelas políticas curriculares, como os PCN – que ressaltam que “o espaço de aprendizagem não se restringe à escola, sendo necessário propor atividades que ocorram fora dela” (Brasil, 1997, p.67) – e, mais recentemente, a BNCC, que prevê dentro da área de ciências o planejamento e realização de atividades de campo, como visitas e observações.

Há ainda temáticas cujas discussões iniciaram nos anos 1990 e permanecem como objeto de interesse entre os pesquisadores atuais, como a formação continuada, apontando a relevância dessas ações para professores em serviço. Estratégias e recursos didáticos para o ensino de Astronomia também se configuram como objeto investigativo de longa data, visto que abrange diversos trabalhos desde 2009 até o momento atual.

5. Considerações finais

Apresentamos por meio deste trabalho uma visão geral sobre as pesquisas vinculadas ao Ensino de Astronomia publicadas em todas as edições dos nove periódicos brasileiros de educação em ciências mais bem avaliados no âmbito do *qualis* CAPES da área de ensino. De maneira geral, podemos concluir que as pesquisas na área vêm passando por uma crescente expansão, havendo uma notória preocupação com o modo como a temática vem sendo abordada nos ambientes educacionais.

Nesse âmbito, embora não represente a categoria de maior número de artigos, destacamos a grande quantidade de pesquisas interessadas em identificar e discutir concepções alternativas sobre assuntos de Astronomia, tanto de discentes quanto docentes, as quais nos indicam a presença de lacunas na EB e ES em relação à temática. Acreditamos que tal problemática seja ocasionada principalmente pelos erros conceituais presentes nos livros didáticos, aliado à falta de formação dos docentes na área, que na maioria das vezes utilizam tal recurso sem perceber esses erros, acabando por disseminá-

los. Como forma de buscar solucionar o problema, podemos destacar o elevado número de pesquisas que buscam oferecer recursos e estratégias alternativas para o ensino de assuntos de Astronomia. Entretanto, embora enriquecedoras, tais pesquisas parecem não ser suficientes para a resolução do problema, sendo indispensável uma formação de qualidade, seja inicial ou continuada, para que professores estejam devidamente preparados para a abordagem de assuntos ligados à Astronomia.

Tendo em vista os aspectos observados por meio da revisão de literatura, seguimos nossas investigações procuramos verificar a forma com que cursos de Licenciatura em Física preparam os futuros profissionais da educação para atuarem na área, bem como de que forma a Astronomia vem sendo abordada em aulas de Física no Ensino Médio de escolas públicas de um município do Rio Grande do Sul e em uma coleção de Livros Didáticos da disciplina disponibilizados pelo PNLD. Com tais investigações, buscamos relações entre a formação de professores e os materiais didáticos com a inserção da Astronomia no âmbito escolar – alguns resultados dessas problemáticas são apresentados em Hansen (2021) e Hansen e Zambon (2021).

6. Referencias

- Albrecht, E. & Voelzke, M. R. (2018). Astronomia nas propostas curriculares dos estados da região Sul do Brasil: uma análise comparativa. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 9(6), 41-41. <https://doi.org/10.26843/rencima.v9i6.2073>
- Amaral, P. & Oliveira, C. E. Q. V. (2011, Dezembro 1). Astronomia nos livros didáticos de Ciências – Uma análise do PNLD 2008. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (12), 31-55. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2011.12.031>
- Aquino, D. O. de. (2018). *Estrelas - o universo além do sistema solar: uma proposta de inserção de astronomia na educação básica a partir da formação inicial de professores*. [Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte]. <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e->

- dissertacoes/estrelas-o-universo-alem-do-sistema-solar-uma-proposta-de-insercao-de-astronomia-na-educacao-basica-a-partir-da-formacao-inicial-de-professores
- Azevedo, S. S. M. et al. (2013). Relógio de sol com interação humana: uma poderosa ferramenta educacional. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(2), 1-12.
<https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200018>
- Barros, L. G., Langhi, R. & Marandino, M. (2018, Fevereiro 13). A investigação da prática de monitores em um observatório astronômico: subsídios para a formação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(3), e3405.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0319>
- Bizzo, N. (1996, Junho). Graves Erros de Conceitos em Livros Didáticos de Ciência. *Ciência Hoje*, 21(121), 26-35.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC.
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Brasil. (2014). Ministério da Educação. Planejando a Próxima Década: Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação. Brasília: MEC.
<http://portal.mec.gov.br/docman/junho-2013-pdf/13309-20metas-pne-lima/file>
- Canalle, J. B. G. et al. (1997). Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(3), 254 – 263. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Darroz, L. M., et al. (2014, Setembro). Mapas conceituais como recurso didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(3), 82-105. 10.3895/S1982-873X2013000300006
- Darroz, L. M., Werner da Rosa, C. T. & de Grandis, C. D. (2016, Julho 1). Concepções de um grupo de professores de anos iniciais acerca dos conceitos básicos da astronomia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 11(2), 240–255.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a6>
- De Alcântara, L. A. & Freixo, A. A. (2016, Janeiro 1). O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 11(1), 70–85.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a5>
- Fróes, A. L. D. (2014, Setembro). Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(3), 3504-1 – 3504-15.
<https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300016>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar um projeto de pesquisa* (4a ed.). Atlas.
- Gonzaga, E. P. & Voelzke, M. R. (2011, Julho 8). Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(2), 1-12.
<https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000200012>
- Hansen, T. R. (2021). *Ensino de Astronomia em aulas de Física do Ensino Médio: desafios e possibilidades* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria].
<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/23684>
- Hansen, T. R. & Zambon L. B. (2021, agosto). O ensino de astronomia na formação de professores: uma investigação acerca dos componentes curriculares em cursos de licenciatura em Física de IES gaúchas. *VII escola de inverno de Educação Matemática e I escola de inverno de Ensino de Física*, Santa Maria.
https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/534/2021/12/Anais_cc_Ensino-de-Fisica.pdf
- Hosoume, Y., Leite, C. & Carlo, S. D. (2010, Agosto). Ensino de astronomia no Brasil-1850 a 1951- um olhar pelo colégio Pedro II. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 189-204.
<https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000200012>
- Iachel, G. & Nardi, R. (2010, Agosto). Algumas tendências das publicações relacionadas à astronomia em periódicos brasileiros de ensino de física nas últimas décadas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 225-238.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172010120214>
- Langhi, R. (2009). *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista].
<https://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/Arq>

- ivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20091105_L ANGHI%20RODOLFO.pdf.
- Langhi, R., de Oliveira, F. A. & Vilaça, J. (2018, Setembro 14). Formação reflexiva de professores em Astronomia: indicadores que contribuem no processo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 461-477. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p461>
- Langhi, R. & Nardi, R. (2008). A Educação em Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: identificando algumas trajetórias formativas de professores. *Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*, Porto Alegre. <https://www.andipe.com.br/eventos-antiores>
- Langhi, R. & Nardi, R. (2007, Agosto 25). Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87-111. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/articloe/view/6055/12760>
- Langhi, R.; Nardi, R.. (2010, Junho 18). Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 205-224. <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120213>
- Maluf, V. J. (2000). *A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico*. [Dissertação de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso]. <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-terra-no-espaco-a-desconstrucao-do-objeto-real-na-construcao-do-objeto-cientifico>
- Marrone Júnior, J. & Trevisan, R. H. (2009, Novembro 10). Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(3), 547-574. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2009v26n3p547>
- Mourão, R. R. F. (1997). *Atlas celeste* (9ª ed.). Vozes.
- Neres, L. B. (2017). *O Stellarium como estratégia para o ensino de Astronomia*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Estadual de Santa Cruz]. <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-stellarium-como-estrategia-para-o-ensino-de-astronomia>
- Pietrocola, M. (2001). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (1ª ed.). Editora da UFSC/INEP.
- Pretto, N. L.(1985). *A ciência dos livros didáticos* (1ª ed.). Editora da UNICAMP.
- Sagan, C. (2006). *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro* (1ª ed.) Companhia das Letras.
- Siemsen, G. H. & Lorenzetti, L. (2017, Dezembro). Pesquisa em ensino de astronomia para o ensino médio. *Actio: docência em Ciências*, 2(3), 185-207. 10.3895/actio.v2n3.6838
- Trevisan, R. H., Lattari, C. J. B. & Canalle, J. B. (1997). Assessoria na Avaliação dos livros de Ciências do Primeiro Grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(1), 7-15.



GENERANDO VÍAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA CUÁNTICA

GENERATING WAYS TO IMPROVE TEACHER TRAINING IN THE TEACHING OF QUANTUM PHYSICS

GERANDO CAMINHOS PARA MELHORAR A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO ENSINO DE FÍSICA QUÂNTICA

Eduardo González * , Patricia Fernández ** 
Jordi Solbes *** 

Como citar este artículo: González, E., Fernández, P., Solbes, J. (2024). Generando vías para el mejoramiento de la formación docente en la enseñanza de la física cuántica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 54-70 DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20659>

Resumen

Se plantean algunos interrogantes actuales sobre las orientaciones de Enseñanza de la Física Cuántica en un marco teórico de construcción social de conocimientos. Se presentan resultados de avances provenientes de diferentes investigaciones que permitieron encontrar tanto nudos de dificultad como posibilidades de superación de lo que serían una suerte de concepciones previas en Física Cuántica, mostrando resultados de avance en aspectos conceptuales y metodológicos. Estos estudios se basan en encuestas, entrevistas, demandas y producciones didácticas de docentes en formación. Se trazan perspectivas de investigación sobre diferentes vías de acceso o ejes de desarrollo. No se trata de aspectos excluyentes y separados, sino más bien de un complejo de procesos que deben ser adecuadamente entrelazados y secuenciados. Ellas son: a) la utilización de la Historia de la Física Cuántica, con sus componentes epistémicos, ontológicos, contextuales y sociales, b) el tratamiento de las cuestiones tecnológicas y experimentales junto a una visión crítica sobre su impacto social y, c) los aspectos formales y matemáticos. Se plantea la trasposición didáctica tomando en cuenta los contextos, la evolución de los modelos tratados, la utilización de múltiples recursos y la formación docente.

Palabras-Clave: preconcepciones, cuantón, estados cuantizados, evolución de conceptos.

Recibido: Marzo 2023; Aprobado: Diciembre 2023

* Dr. en Física, Universidad Nacional de Córdoba y Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM), Argentina, edumgonza@yahoo.com.ar ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5560-1709>

** Dra. en Física, Universidad Nacional de Rosario, patricia@fceia.unr.edu.ar ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9295-0625>

*** Dr. en Física, Universidad de Valencia, España, jordi.solbes@uv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8220-209X>

Abstract

Some current questions are raised about the orientations of Teaching Quantum Physics in the theoretical framework of social construction of knowledge. Results of advances from different investigations are presented that allowed us to find both knots of difficulty and possibilities of overcoming what would be a kind of previous conceptions in Quantum Physics, showing advance results in aspects conceptual and methodological. These studies are based on surveys, interviews, demands and didactic productions of teachers in training. Research perspectives are outlined on different access routes or development axes. It is not about exclusive and separate aspects, but rather a complex of processes that must be properly intertwined and sequenced. They are: a) the use of the History of Quantum Physics, with its epistemic, ontological, contextual and social components, b) the treatment of technological and experimental issues together with a critical view of their social impact and, c) the formal and mathematical aspects. The resolution of the didactic transposition is proposed taking into account the contexts, the evolution of the treated models, the use of multiple resources and teacher training.

Keywords: preconceptions, quanton, quantized states, evolution of concepts

Resumo

Algumas questões atuais são levantadas sobre as orientações do Ensino de Física Quântica em um referencial teórico da construção social do conhecimento. São apresentados resultados de avanços de diferentes investigações que nos permitiram encontrar tanto nós de dificuldade quanto possibilidades de superação do que seria uma espécie de concepções anteriores em Física Quântica, mostrando resultados avançados em aspectos conceituais e metodológico. Esses estudos são baseados em pesquisas, entrevistas, demandas e produções didáticas de professores em formação. Perspectivas de pesquisa são delineadas em diferentes vias de acesso ou eixos de desenvolvimento. Não se trata de aspectos exclusivos e separados, mas sim de um complexo de processos que devem ser devidamente entrelaçados e sequenciados. São eles: a) o uso da História da Física Quântica, com seus componentes epistêmicos, ontológicos, contextuais e sociais, b) o tratamento de questões tecnológicas e experimentais juntamente com uma visão crítica de seu impacto social e, c) a aspectos matemáticos. A resolução da transposição didática é proposta levando em consideração os contextos, a evolução dos modelos tratados, o uso de múltiplos recursos e a formação de professores.

Palavras-Chave: preconceitos, quanton, estados quantizados, evolução de conceitos

1. El enorme interés por la enseñanza de la Física Cuántica

Existe hoy una potente demanda de divulgación y de enseñanza de la Física Cuántica (FQ). Tan es así que incluso el tema se ha instalado en la vida

cotidiana y en la cultura (películas, arte, comentarios de actualidad). Ello tiene diversas fuentes:

La revolución tecnológica actual (Revtech o Revolución 4.0; Schwab, 2016), está centrada

mayormente, aunque no de modo exclusivo, en la FQ y sus ramificaciones. Podemos mencionar algunos de esos avances y sus enormes impactos reconociendo una prolongada historia de más de un siglo de dispositivos: la célula fotoeléctrica, el transistor y toda la microelectrónica posterior, los aceleradores de partículas, los reactores nucleares y los radioisótopos, el láser, el microscopio electrónico, las nanotecnologías y sus aplicaciones particularmente biológicas, los nuevos materiales y los avances en la computación cuántica.

Estos procesos están vinculados también al avance de la digitalización. La Inteligencia Artificial (IA) está presente por doquier, desde el *machine learnig*, las redes neuronales, vehículos que se conducen solos y drones hasta asistentes virtuales. La IA impulsada por el aumento exponencial de la potencia de cálculo y por la disponibilidad de grandes cantidades de datos puede generar software capaz del reconocimiento de patrones faciales, de objetos en imágenes, la prestación de servicios bancarios, en la realización de determinados diagnósticos y análisis de imágenes, la producción agropecuaria, el comercio electrónico, traductores virtuales, entre muchas otras aplicaciones (Villareal, 2022). Su proyección en el Internet de las cosas está configurando una incidencia muy potente en nuestras vidas tal y cómo las concebimos.

Nos sentimos muy reconfortados cuando mencionamos los artefactos de aplicación medicinal, como las cámaras gama, las TAC y las resonancias, los estudios Doppler, los estudios con positrones, los radio isótopos, las nuevas prótesis, las impresoras 3d para usos medicinales; todo ello para no hablar de los avances en medicinas personalizadas especialmente en el tratamiento del cáncer, etc. En todos esos casos se evidencia la presencia de aspectos propios de la FQ junto a otros más de corte clásico.

Pero debe reconocerse que las aplicaciones y efectos de estos desarrollos pueden tener muy

diferentes sentidos, dependiendo de quiénes y con cuáles orientaciones tomen el control y lo lleven a cabo. Las posibilidades van desde grandes avances en la realización de tareas que permitan liberar de pesadas cargas a los humanos, prolongar y mejorar sus vidas o el descubrimiento de nuevos medios de transformación de la energía para facilitar la sustentabilidad, pasando por una potenciación de las grandes corporaciones, hasta proyectos de sustitución de lo humano por máquinas en todos los planos o por un súper control de los mismos. Esta potente realidad ha hecho plantear a muchos pensadores si estamos ante un trans humanismo o ante un anti humanismo (Srnicsek, 2018; Sadin, 2022; Costa, 2021).

Otra razón de esta demanda son los avances de nuevos fenómenos que aparecen en la FQ que no encuentran referencias y que contradicen al mundo clásico (no localidad, entrelazamiento, teleportación, etc.).

Precisamente, los avances en la “segunda revolución cuántica” han tenido un reconocimiento resonante con el Premio Nobel de Física de 2022 a Alain Aspect, a John Clauser y a Anton Zeilinger, por sus trabajos pioneros en la ciencia de la comunicación cuántica, realizados hace 30 o incluso 40 años, pero sólo premiados actualmente por el auge de la computación cuántica.

También se han extrapolado las ideas cuánticas para dar apoyo científico al “misticismo, la teología o la educación cuántica” y, después, a la curación cuántica, que no se corresponden con la teoría cuántica, aunque se encubren con ese nombre para darse legitimidad. Si bien las primeras corresponden al ámbito de las creencias, las propuestas de curación son pseudociencias peligrosas porque han hecho que enfermos graves abandonen los tratamientos prescritos por los médicos (Solbes, 2019).

Finalmente, y para nada asunto menor, se hace cada vez más necesario acercar la física del siglo

XX y XXI a las aulas del secundario. De lo contrario la Enseñanza de las Ciencias y de la Física deja fuera a temas de alta circulación en las redes, medios y en la vida misma, que está inundada de estos aspectos por las más diversas vías.

En tal sentido debemos mencionar los avances en los diseños curriculares en diferentes países. España y Francia, por ejemplo, llevan ya una larga tradición de haber incluido en sus currículos esta temática en la educación secundaria. En Latinoamérica diferentes países están tomando el mismo camino. Aquí debemos desatacar la desigualdad de estos avances y el hecho de que, a pesar del tiempo que llevan en marcha no se han consolidado (González, Muñoz, Solbes, 2020; Lautesse, 2015).

Ya no es tan razonable la vieja consigna de enseñar apelando a la pura matemática que daba buenos resultados y evitar así los debates sin salida. Ese fue el modo del “calla y computa”, que denuncia Johansson (2018), el cual tuvo alcance universal.

2. ¿Qué sucede en las aulas de nivel secundario y de formación docente?

Esta presentación no intentará realizar un “estado del arte”, pero sí mostrar algunos problemas que han sido señalados reiteradamente. Disponemos de un amplio panorama de investigaciones en enseñanza de la FQ en el nivel medio, en el de formación docente e incluso en los primeros cursos de universidad. El tema de las licenciaturas en Física o Química requeriría de otra mirada y no entrará en estas consideraciones.

Según algunas investigaciones (Kalkanis, Hadzidaki, Stavrou, 2003; Kragh, 2007; Solbes, Sincarcas, 2009), parece que una de las principales dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de la física cuántica es ontológica: tienen dificultades para comprender que los electrones, fotones, etc., no son “ni

partícula clásica ni campo clásico sino una entidad sui generis que, en circunstancias extremas, se asemeja a una partícula y, en otras, a un campo [...] las teorías cuánticas deberían desembarazarse de aquellos análogos clásicos y reconocer que se ocupan de cosas sui generis que merecen un nuevo nombre genérico, digamos, cuantones” (Bunge, 1973).

Por su parte Lévy-Leblond (2003) sugiere el uso de la dicotomía discreto/continuo para comprender su naturaleza. Los cuantones son discretos en el sentido de que vienen en unidades y se pueden contar. Por otra parte, son continuos en el sentido de que pueden estar sujetos a interferencias y superposiciones. Las partículas clásicas son discretas en ambos aspectos; se pueden contar y se localizan en puntos del espacio. Los campos clásicos son continuos en ambos aspectos; no se pueden contar y están esparcidos en el espacio. Los cuantones se diferencian de las entidades clásicas en que son discretos en número y continuos en extensión (Pereira, Solbes, 2022).

En la mecánica clásica, la aguda distinción entre estos dos conceptos está justificada por el hecho de que la materia y las ondas son consideradas y tratadas en un modo completamente diferente. Por su parte Auletta, Fortunato y Parisi (2009) afirman: “Los conceptos de partícula y onda son de origen clásico y representan los dos casos extremos de un espectro de comportamientos de los sistemas cuánticos”.

Entre esos problemas están las limitaciones de los formatos de enseñanza y la carencia de libros de texto que sepan expresar las ideas de la cuántica más allá de las técnicas de manipulación a la que a menudo son reducidas (Lévy-Leblond, 1990). Dichos textos, se apegan a una matemática muy compleja distraendo la atención de las discusiones epistemológicas de los conceptos físicos (Ohanian, 1995). Quantics, el texto de Lévy-Leblond y Balibar (1990), se propone tratar la cuántica tal como es hecha y entendida y va en el mismo sentido que los libros de Feynman

(1987) y Wichman (1986), quienes han generado aproximaciones más conceptuales donde se debaten los vínculos con los hechos experimentales.

Según Johnston et al. (1998), hay al menos dos dificultades que enfrenta la investigación educativa en física cuántica: (1) el contenido está estructurado en un formalismo altamente matemático y no hay consenso sobre cómo puede enseñarse de manera menos abstracta; (2) las preguntas sobre cómo debe interpretarse el formalismo cuántico todavía se discuten en la literatura científica (Pereira, Solbes, 2022).

Por otro lado, el profesorado, que mayoritariamente ha recibido en la universidad una enseñanza muy formalista, rígida e, incluso dogmática de la FQ, sin apenas trabajo experimental o relaciones CTS, se limita a utilizar la enseñanza teórica y libresco de los textos escolares introduciendo interpretaciones incorrectas y errores (González, Muñoz, Solbes 2020).

Debe agregarse que dicha formación docente, al menos en la Argentina, también tiene dificultades para realizar la transición de la Física Clásica (FC) a la FQ pues dicho tránsito requiere de un conocimiento específico en temas de la FC, como las ondas, que los docentes utilizan menos en su enseñanza habitual.

Estudios previos han demostrado que la postura filosófica del instructor durante la instrucción impacta en las perspectivas de los estudiantes y que los mismos tienden a preferir una perspectiva local realista cuando los instructores no son explícitos al abordar cuestiones de ontología cuántica (Baily, Finkelstein, 2015).

Es decir, que la introducción de la FQ en las aulas, que ahora es reconocida en muchos diseños curriculares de secundaria, es un verdadero problema multidimensional cuya resolución debe ser abordada en todos esos planos.

3. Algunos resultados de la investigación educativa en ciencias

Veamos algunos resultados de las investigaciones educativas recientes. En una revisión reciente de la literatura, Krijtenburg-Lewerissa et al. (2017) muestran que los estudios sobre la enseñanza de la FQ se ocupan principalmente de las dificultades de los estudiantes que suelen interpretar las ideas cuánticas en términos clásicos y se centran en las estrategias de enseñanza, las aplicaciones multimedia y las herramientas de investigación.

Fernández (2014) ha realizado un estudio de evolución de conceptos de la Física Cuántica utilizando un curso de formación para docentes de física de secundario en la Universidad Nacional de Rosario. La misma se basó en una aproximación a los contenidos ligada la historia, a la utilización de textos muy conocidos y a la realización de actividades. La secuencia de enseñanza-aprendizaje se basaba en la discusión de los modelos clásicos de ondas y partículas, sus límites de validez y las contribuciones de cada uno al modelo actual de estructura de la materia, en que no se habla de ondas, ni partículas, sino de características diferentes a las de la física clásica. Particularmente, se analizó la evolución del pensamiento del profesor con relación a algunos tópicos que se consideraron fundamentales para una buena interpretación de la física cuántica y que resultaron ser de difícil comprensión para los profesores según investigaciones anteriores. Estos fueron (Fernández, González, Solbes, 2021):

- Visión dual de la materia y la radiación, relaciones de indeterminación de Heisenberg, ecuación de De Broglie y principios fundamentales de la cuántica;
- Interpretación probabilística vs determinista;
- Superposición de estados;

- Concepción de un nuevo objeto o modelo de estructura de la materia a nivel cuántico.

En general, pueden interpretarse los resultados como visiones reduccionistas, donde los conceptos cuánticos aparecen asociados, y no del todo diferenciados, con ideas clásicas, obviamente mejor conocidas por los profesores.

A las relaciones de Heisenberg se las entiende básicamente como una incerteza o desconocimiento de la posición y alguna otra magnitud (que algunos docentes logran identificar con el momento). Esta visión probabilística devendría entonces, más bien de problemas de medición que de una visión enteramente cuántica (reduccionismo descripción probabilística / descripciones exactas).

En el manejo del formalismo, este es visto como simples ejercicios que no guardan relación con problemas físicos concretos. Se reproducen también los resultados ya conocidos (Solbes et al., 1988) respecto de significar los orbitales como órbitas o regiones donde pueden colocarse los electrones. Es decir, el formalismo no es pensado como una herramienta capaz de dar interpretaciones de los fenómenos cuánticos (reduccionismo formalismo / resolución mecánica o ejercitación).

La permanencia de imágenes de ondas o partículas, levemente modificadas, en las explicaciones del comportamiento de los fenómenos cuánticos, señala la sobrevivencia de la FC, e incluso de las visiones coloquiales o de sentido común de la realidad (“clásica”) en los profesores que debieran enseñar las nuevas ideas. En consecuencia, esto sugiere que la adquisición de conocimientos de FQ, debiera concebirse como un obstáculo a superar y no como una mera acumulación de conocimientos (González, Muñoz, Solbes, 2020).

Por otro lado, el término dualidad se limita casi exclusivamente a la luz, a la que puede

asociársele ciertos cuantos de intercambio (los fotones), que no poseen realmente las propiedades de las partículas ya que no tienen masa. Así, el fotón “se comportaría” como partícula en el efecto Compton y por eso se le asocia una cantidad de movimiento $p=E/c$, “pero no puede mover otra partícula luego de un choque, ni ser atraído por un campo gravitatorio, ya que no posee masa” -comentario de los docentes asistentes- (reduccionismo objeto cuántico / ondas de fotones sin masa). En el caso de los electrones, se acepta que llevan una onda asociada pues así lo estableció De Broglie, y se expresa también en fenómenos de difracción, pero no se reconoce el fenómeno en electrones libres. También aparece la idea de un electrón “difuminado” sin una ubicación espacial definida, lo cual podría ser una forma parcial o ambigua de aproximarse al objeto cuántico (González, Fernández y Solbes, 2020).

Otros estudios han dado evidencias similares. Los estudios sobre la enseñanza de la dualidad onda-partícula son particularmente relevantes porque este tema generalmente se enseña en las primeras etapas de la instrucción de la física cuántica (Cheong, Song, 2014).

En el caso de los estudiantes, la existencia de dificultades no superadas, de preconcepciones o visiones deformadas que persisten aún después del proceso de enseñanza aprendizaje de la física cuántica han sido señaladas por Solbes et al. (1988), Fischler y Lichtfeldt (1992); Petri y Niedderer (1998); Johnston, Crawford y Fletcher (1998); Greca y Freire (2003), entre otros.

Greca y Herscovitz (2002) han utilizado discusiones conceptuales en la universidad nivel con temas como computación cuántica, teletransportación, tunelización cuántica, autointerferencia, saltos cuánticos y la paradoja del gato de Schrödinger. Estos autores trabajan en un entorno colaborativo con grupos de 3 a 4 alumnos a los que se les da un escrito ensayo para ser leído, que también contiene preguntas y problemas para hacerlo interactivo. Al parecer,

más de la mitad de los estudiantes consiguieron una comprensión razonable de los conceptos discutidos.

Greca y Freire (2003) utilizaron una estrategia didáctica que enfatiza el concepto de estado cuántico como representante de la realidad de un sistema físico independiente de los procesos de medición. En un estudio cualitativo involucrando a tres grupos de estudiantes de ingeniería en Brasil, identificaron cuatro categorías en las que los estudiantes van desde: a) explicar los fenómenos cuánticos a partir de principios generales, b) entender el principio de incertidumbre y probabilidades, pero mostrar dificultades con la superposición lineal de estados, c) visualizar fenómenos cuánticos y, d) es imposible encontrar cualquier patrón.

Es claro entonces que el abandono de las representaciones mentales de onda y partícula y su reemplazo por un modelo en el cual los entes cuánticos no responden a ninguno de ellos pero que a la vez sintetizan aspectos de ambos e incorporan otros completamente desconocidos clásicamente, como el espín, es un proceso largo y complejo y que ofrece gran resistencia (Fernández, González, Solbes, 2021).

Es razonable pensar que el proceso de enseñanza habitual no logra superar estas limitaciones. En ese sentido, los textos universitarios de física básica discuten en los capítulos de física moderna el problema de la radiación de cuerpo negro y el efecto fotoeléctrico para presentar el comportamiento corpuscular de la luz, que clásicamente se consideraba como onda. Luego, en el apartado sobre De Broglie y la dualidad se explica la difracción de electrones a partir de un comportamiento ondulatorio de los mismos. Se mantienen así dos modelos independientes: "fotones de luz" que se comportan como partículas y "electrones" que se comportan como ondas, pero no enfatizan la construcción de un modelo nuevo y original en el que partículas y ondas son sólo aproximaciones que se pueden utilizar en algunos casos en que hay un gran

número de cuantones (Fernández, González, Solbes, 2021).

En Sinarcas y Solbes (2013) se encuentra que los alumnos muestran un aprendizaje escasamente significativo y se consolidan poco las nuevas concepciones en los estudiantes. Esta proposición se fundamenta en los resultados obtenidos en un cuestionario a los estudiantes, que resumimos en los siguientes puntos: menos del 20% de los alumnos es capaz de explicar satisfactoriamente los espectros discontinuos a partir del modelo de Bohr, lo que puede entorpecer la comprensión de la cuantificación; el 0% de los estudiantes ve los electrones, protones, neutrones, fotones, etc. como objetos de tipo nuevo, es decir, distintos de los modelos clásicos de partícula y onda; este patrón se repite tanto en profesores como en textos; menos del 16% de los estudiantes entiende adecuadamente el significado de las relaciones de indeterminación de Heisenberg; un bajísimo porcentaje (6,4%) caracteriza de forma adecuada el estado de un electrón basándose en un modelo más general que el clásico para describir su comportamiento a partir de la función de ondas o de estado; solo un 9% de los alumnos es capaz de señalar dos diferencias correctas entre la Física clásica y la Cuántica; tan solo el 10,3% de los alumnos es capaz de dar tres ejemplos de implicaciones tecnológicas de la Cuántica, y ninguno de ellos los da de implicaciones sociales.

Esta limitación se encuentra también en libros y profesores. De los resultados obtenidos con la aplicación de la red de análisis de textos, se puede concluir que los libros, considerados globalmente, no tienen en cuenta las dificultades del alumnado lo que no favorece su correcto aprendizaje de la Física Cuántica e, incluso, introducen algunas ideas incorrectas sobre temas como la dualidad (por ejemplo, parece que esta se aplica a los electrones, pero no a los fotones), las relaciones de Heisenberg, etc. (Solbes, Sinarcas, 2013).

Bungum et al. (2018) investigó cómo las discusiones en grupos pequeños mejoran la comprensión de los estudiantes de los dilemas de la física cuántica, como la dualidad onda-partícula de la luz y el experimento mental del gato de Schrödinger. El análisis muestra que la mayoría de las discusiones grupales son productivas en el sentido de que los estudiantes se basan en las declaraciones de los demás y cuestionan lo que se dijo. En cuanto a los potenciales de aprendizaje, los autores identificaron tres funciones amplias de las discusiones grupales: articular las dificultades conceptuales, profundizar la comprensión mediante el intercambio de puntos de vista y desarrollar nuevas preguntas.

En un estudio reciente Pereira y Solbes (2022) presentan resultados de experiencias donde se han estudiado debates grupales grabados de alumnado del master de formación de profesorado de secundaria. El estudio se realiza utilizando la teoría del discurso, donde se aprecian los avances y sus limitaciones apoyándose en las teorías socioculturales de Wertsch (1991). En el estudio no se aprecia que los estudiantes tengan un compromiso muy profundo con una interpretación particular de la mecánica cuántica. Y el hecho de que las perspectivas de los estudiantes varíen sugiere que los estudiantes tampoco tienen concepciones internamente consistentes (aquellas que están profundamente arraigadas y son difíciles de cambiar). Así, en lugar de referirse a concepción o interpretación, utilizan en su estudio la noción más general de perspectiva, o punto de vista, que se espera que difiera de un contexto a otro (Pereira, Solbes, 2022). Se define una posición conservadora cuando se refiere a objetos de la física cuántica usando términos clásicos familiares, como onda o partícula. Por otra parte, la posición innovadora, se asocia con los trabajos de Bunge y Lévy-Leblond, enfatizando que no son ni partículas ni ondas, sino nuevas entidades físicas, los cuantones. El estudio mostró un predominio de la posición conservadora, en la que las palabras partícula y dualidad onda-

partícula están presentes en la mayoría de los debates (Pereira, Solbes, 2022).

Un análisis cuidadoso de la explicación de los estudiantes sobre la dualidad onda-partícula revela que los cambios de perspectiva a menudo implican un cambio sutil en el contenido referencialmente semántico del enunciado. Este cambio sutil equivale a una transición de un nivel de descripción ontológico a uno fenomenológico. Esto es algo consistente con la distinción de Cheong y Song (2014) entre las reglas de predicción y las interpretaciones relacionadas con la realidad y los distintos niveles de significado de la dualidad onda-partícula. Mientras que el nivel ontológico de descripción involucra interpretaciones relacionadas con la realidad (el electrón es una masa puntual que tiene una trayectoria), el nivel fenomenológico involucra interpretaciones de experimentos, que corresponden al primer nivel del significado de la dualidad (los electrones se comportan como una ola (Pereira, Solbes, 2022).

Es interesante notar lo que sucede cuando los estudiantes adhieren a una perspectiva dual sin cambiar el contenido referencialmente semántico. Algún alumno adoptó un punto de vista que combina propiedades de ondas y partículas cuando afirmó que “el electrón tiene masa y, por lo tanto, es una partícula, pero esta masa tiene una longitud de onda asociada”. Al mantener su enfoque en el nivel ontológico de descripción, llegó a la conclusión de que es “un tema que aún es una controversia general” y “es difícil de interpretar”. En un estudio reciente, Henriksen et al. (2018) informaron que algunos estudiantes de física de secundaria superior en Noruega muestran una dualidad acrítica en el sentido de que aceptan la descripción de la dualidad onda-partícula sin reflexionar sobre el hecho de que las partículas y las ondas son conceptos contradictorios. Tal contradicción solo surge cuando los estudiantes no logran cambiar el contenido referencialmente semántico. Siempre que se centren en un nivel de descripción fenomenológico (el comportamiento

del electrón), la conciliación entre las propiedades de onda y de partícula es un hecho empírico: en algunos experimentos, actúa como una onda; en otros, actúa como una partícula (Pereira Solbes 2022).

Con respecto a las discusiones relacionadas con el experimento de Stern-Gerlach, la mayoría de los estudiantes lograron predecir correctamente la probabilidad de medir el espín del átomo en un determinado estado, incluso cuando la situación involucraba más de un imán. El enfoque en los sistemas de dos estados parece proporcionar un contexto en el que los conceptos de estado cuántico, superposición, colapso de la función de estado y probabilidad surgieron de manera más intuitiva (Pereira, Solbes, 2022).

4. Las vías de acceso al conocimiento

A partir de los puntos anteriores nos parece conveniente avanzar en el análisis de las diferentes fuentes sobre las que puede asentarse la Enseñanza de la Física Cuántica en los niveles de secundario, en la formación docente y, como perspectiva, en cursos introductorios de la Universidad.

No se trata de algo trivial pues a pesar de los años de validación de dichos conocimientos, existen diferentes criterios sobre cómo utilizarlos. Esta es la exploración que realizaremos en los siguientes ítems.

4.1. La Historia de la ciencia y de los modelos científicos

La utilización de la Historia de la FQ, con sus componentes contextuales, sociales y personales es un punto en debate.

Existen defensores y detractores. De un lado están Garritz (2013), Kragh (1992), y otros que la defienden; del otro están Fischler (1992), Greca y Herscovich (2002) y otros que la cuestionan. Así Solbes y Sinarcas (2009) y Kalkanis et al (2003) reivindican la utilización en la enseñanza del

modelo de Bohr, pues ello tiene que ver con el proceso real de la actividad científica. La idea es que, para enfrentar los peligros de fijaciones incorrectas o preconcepciones, es necesario plantear la evolución de los modelos y de la tecnología asumiendo debates y argumentaciones, algo que es señalado como muy importante por muchos autores (Erduran, Jiménez-Aleixandre, 2008).

Estas tentativas reconocen múltiples razones: a) ofrecer una imagen más correcta de cómo se desarrolla la ciencia, b) porque la física cuántica (FQ) es necesaria para una interpretación adecuada de la estructura de la materia, la evolución de los fenómenos microscópicos y entender el mundo que nos rodea, c) asumir la creciente importancia de las aplicaciones de la física cuántica en nuestra sociedad y, d) a nivel actitudinal, porque a los alumnos les interesan no solo las aplicaciones de la cuántica, sino también aspectos más teóricos que les llaman la atención (Solbes, Sinarcas, 2010).

A partir de allí es imprescindible hacer aparecer los modelos axiomáticos, como un modo de ligar con la episteme y la ontología, cercarnos a los aspectos “extraños” más propiamente cuánticos (no localidad, interferencia de amplitud, entrelazamiento o colapso) de la FQ y del objeto cuántico (el cuantón). La idea sería que para superar las preconcepciones clásicas y acercarse a las cuánticas anti intuitivas es necesario dar ocasión de realizar una confrontación amplia entre ellas.

Sin referirse específicamente a la física cuántica, diversos autores se proponen trabajar sobre el cambio conceptual a partir de la evolución de modelos. En todos estos casos, podemos recuperar sus ideas y aplicarlos a la enseñanza de la FQ. Así, Nancy Neressian (2002) resalta la importancia de recurrir al uso de analogías, imágenes y simulaciones como estrategias para elaborar modelos en la enseñanza de la ciencia. Su propuesta se basa en la investigación “histórico cognitiva” sobre el modo en que

razonaban los grandes científicos de la historia, para quienes los modelos ya vigentes eran el punto de partida para la explicación de nuevos fenómenos. Petri y Niedderer (1998) describen una alternativa didáctica en la que a partir de un estudio de caso analizan la evolución de los modelos que sostiene un alumno sobre el átomo. En este sentido Clement (2000, 2008) propone la co-construcción de modelos entre el estudiante y el docente partiendo de modelos conocidos y de las propias ideas de los estudiantes, para evolucionar hacia modelos validados pudiendo recorrer modelos híbridos intermedios, que no necesariamente son los modelos científicos, pero que superan con creces las creencias intuitivas iniciales (Fernández, González, Solbes, 2021).

Para superar las dificultades del objeto cuántico debe entenderse que se trata de un cambio de modelo. De esto ya advierten historiadores de la ciencia como Kragh (2007):

A escala ontológica, los cambios han sido sin duda muy profundos, en la mayor parte como resultado de la revolución cuántica... La mecánica cuántica nos ha proporcionado estructuras fundamentales que no tienen similitud ninguna con todo lo que puede ser percibido o medido directamente. Nuestras creencias actuales sobre lo que en última medida constituye el mundo distan mucho de las de la década de 1890, cuando todavía tenía sentido pensar en la materia como una colección de bloques en miniatura.

Es decir, debe buscarse si parte del problema no está en las filosofías dominantes. Se ha vinculado las mismas al hecho de que el positivismo, entre otras cosas, no aclara la diferencia entre enunciados con significación objetiva y con significación empírica. Los primeros hacen referencia a objetos autónomos no perturbados por medición, como un átomo en estado estacionario (que no absorbe e irradia energía) o un fotón que viaja por un espacio vacío, en el que ningún dispositivo puede detectarlo, absorbiéndolo. Los segundos se refieren a objetos

en observación, medición o, en general, interacción con sistemas macroscópicos, como un haz de electrones que atraviesa un sistema de ranuras. Los positivistas y los que atribuyen la indeterminación únicamente a la observación, intentan reducir la teoría cuántica a enunciados del segundo tipo, lo cual, si fuera cierto, impediría la aplicación de esta a objetos como los mencionados en el primer tipo de enunciados y, por lo tanto, a la astrofísica o la cosmología (Solbes, Sinarcas 2009).

También están las reflexiones de Sánchez Ron a lo largo de su Historia de la Física Cuántica (2001) que muestra como los nuevos modelos eran resistidos una y otra vez por la comunidad científica. Estas dificultades forman parte también de las dificultades de la enseñanza aprendizaje de la FQ, son nudos a resolver. Debemos abandonar los caminos sencillos, debemos imaginar nuevas vías para poder adentrarnos en tales debates.

En síntesis, sería razonable hacer una combinación entre una parte histórica y una versión que prescindiera de los antecedentes clásicos y se apoye en alguna axiomática. En todos los casos, será necesario realizar una comparación entre ambos para que el aprendizaje sea significativo.

4.2. Los experimentos y los desarrollos científico tecnológicos

Aunque forman parte de la historia de la disciplina, vamos a considerar por separado el tratamiento de las cuestiones tecnológicas y experimentales que van asociados al desarrollo de la FQ. Ello incluye no sólo el desarrollo de experimentos históricos sino también los importantes desarrollos tecnológicos que abrió la nueva física, o las relaciones CTS que en el desarrollo de la cuántica han adquirido tal volumen y vinculaciones que ameritan un desarrollo propio (González, Muñoz, Solbes, 2020).

Estos experimentos, como la radiación de cuerpo negro, el de Frank y Hertz, el de Stern-Gerlach, el efecto fotoeléctrico, el efecto Zeeman o el efecto Compton, los espectros atómicos y moleculares, son parte inseparable de la historia de la FQ y de sus debates conceptuales.

Del mismo modo deber ser parte de alguna forma de inclusión en los programas de enseñanza y de formación docente. Como parte del proceso formativo, sería conveniente realizar experiencias sencillas o cualitativas con espectros de emisión (Savall, Domènech, Martínez-Torregrosa, 2014) o con el efecto fotoeléctrico.

En caso de no disponer de equipamiento adecuado se pueden utilizar videos o dispositivos informáticos de simulación. Como ejemplos están los experimentos de Stern Gerlach, la difracción de electrones, el efecto túnel, la interferometría de Mach Zender, etc. (Pereira, Ostermann, Cavalcanti, 2009; González, Muñoz, Solbes, 2020).

La cuestión didáctica o de trasposición didáctica con todas estas experiencias es cómo vincularlas a la situación problemática que está en el origen del experimento.

En cuanto al modo de vincular estos aspectos con las orientaciones CTS no debemos olvidar que nuestros países han iniciado un camino de avance en estas temáticas. Son grandes los esfuerzos realizados en temas de biotecnológicas, radioisótopos, radares, coherencia y un largo etcétera, a veces envueltos en fuertes controversias. Todo ello debe estar presente en nuestras propuestas de enseñanza y en una concepción de currículum abierto.

4.3. La formalización, teorización

La elaboración de desarrollos conceptuales y formales (matemáticos), enfrentando sus complejidades y dificultades es otra vía de análisis. ¿En qué cursos se pueden usar los

formalismos en la EFQ? ¿Cómo encarar la enseñanza cuando se plantea a niveles donde no es posible trabajar el formalismo en profundidad?

Disentimos de algunos autores que sostienen que la FQ sólo puede ser formulada en términos de conceptos matemáticos (Lind, 1980) o que su plausibilidad y su potencialidad explicativa sólo podrá apreciarse a través de un buen manejo del formalismo (Fischler, Lichtfeldt, 1992).

Hay que estudiar vías alternativas que se desarrollan desde lo cualitativo a lo formal. La estrategia usual de muchos textos es dar explicaciones cualitativas semiclásicas y completar con algunos ejercicios que dan una visión de los órdenes de magnitud de los conceptos en juego. A ello debe sumarse una noción de las ecuaciones matemáticas que implican las aproximaciones cuánticas y de las diferencias entre uno y otro tratamiento.

Como ejemplo podemos plantear el caso del tratamiento cuántico de las partículas libres. En tal caso la exponencial imaginaria no es tan difícil de manejar, al menos no debería serlo en el nivel de formación docente. El punto es que pueda ser asumida conceptualmente como la representación de un fenómeno con características de onda, duales o como se quiera llamar. Ello permitirá luego abordar con mayores posibilidades el tratamiento de potenciales constantes, p.e., barreras, efecto túnel o pozos cuadrados, donde pueden aplicarse además las desigualdades de Heisenberg. Cuando se pueda hay que aproximarse a lo cualitativo que expresa el formalismo.

5. La trasposición didáctica

El paso siguiente es señalar como transformar estos conocimientos en instrumentos educativos o, dicho en otras palabras, como realizar la trasposición didáctica (Chevalard, 1997). Entendemos la misma como una articulación entre los aspectos diversos pero relacionados que hemos denominado las vías de acceso.

Sabemos que estos contenidos no llegan a los textos ni a la formación docente. A esos fines vamos a partir de una estrategia didáctica que ha funcionado en la enseñanza de la ciencia y de la física en particular. Dicha estrategia se basa en problematizar, dialogar, conceptualizar – modelar, procesar y contextualizar en todo el proceso de enseñanza aprendizaje. En un sentido más específico, la idea es la de inmersión en una cultura científica (Bybee, 1994).

Estas propuestas se insertan plenamente en un constructivismo social y entendemos que mantienen su vigencia en la Cuántica. Tal vez porque la FQ requiere, más aún que la Clásica, de estos instrumentos complejos para tomar en cuenta las visiones del que aprende, la realidad social y una concepción no idealizada de la ciencia, para enfrentarse con problemas anti intuitivos, complejos y no lineales.

5.1. Las secuencias didácticas

La estrategia elegida requiere de algunos instrumentos para ser aplicada. En nuestra particular tradición nos valemos de programas de actividades, los que forman una secuencia didáctica, subrayando así la dimensión temporal de los procesos de enseñanza y de los procesos de aprendizaje. “Una secuencia de actividades es una actividad de investigación a la vez que un producto de intervención, un paquete de unidad curricular tradicional, que incluye actividades de enseñanza-aprendizaje contrastadas mediante la investigación, y empíricamente adaptadas al razonamiento del estudiante. A veces también se incluyen las pautas de enseñanza que cubren las reacciones esperadas de los estudiantes” (Meheut, Psillos, 2004).

Dichas actividades deben ser participativas y favorecer la argumentación y el debate. Recordemos que las discusiones en torno a las interpretaciones de la física cuántica han motivado un renovado interés de los estudiantes para representar fenómenos cuánticos en la secundaria alta y la licenciatura baja (Baily,

Finkelstein, 2015; Henriksen et al., 2018). Al respecto disponemos de la propuesta de Fernández, González y Solbes (2005), y de un desarrollo más elaborado en Solbes y Sinarcas (2009).

Las secuencias o programas de actividades deben establecer vínculos o pasos (puentes) entre las dos formulaciones, la clásica y la cuántica. Para ello se deben considerar aquellas cuestiones que vuelven críticos los conceptos clásicos en determinados temas. Debemos entonces reconocer cuales pueden ser esas tramas o nudos de dificultad para elaborar propuestas que puedan favorecer la superación del paradigma clásico. Ejemplos de estas realidades encontramos en la noción de objeto cuántico, en las relaciones de Heisenberg, o en la adecuada interpretación probabilística de las ecuaciones de Schrödinger. Es necesario encarar la investigación de estos desarrollos a lo largo de la presentación de la materia.

Muchos profesores de Ciencias invierten la mayor parte de su tiempo de planeación en la identificación del contenido a abordar, en la selección de problemas a resolver y en la preparación de actividades por implementar. En pocas ocasiones sus decisiones se ven influenciadas por resultados de investigaciones educativas sobre las dificultades de los estudiantes para aprender un tema dado, o por consideraciones sobre la naturaleza de la disciplina o el desarrollo del saber científico (Talanquer, 2015).

Es necesario revisar entonces nuestras propuestas, sobre distintos temas de la Física Cuántica, para encontrar las relaciones entre los diferentes aspectos, las dificultades, los indicadores de avance y validarlas o para ampliar el campo de acción de las mismas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Finalmente, debe considerarse que al incluir en las propuestas educativas aspectos que capten la emoción de los estudiantes se está favoreciendo

la educación científica “la cual debe centrarse, al menos en parte, en la creación de culturas emocionales inspiradoras en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias” Zembylas (2004).

5.2. La formación docente

Los docentes se sienten muchas veces superados por las preguntas de sus estudiantes, por las carencias de medios y por sus propias debilidades de formación para enfrentar la enseñanza de la Física Cuántica. Ello no se supera ofreciendo simplemente algunas herramientas conceptuales y disciplinares. Es necesario que se avance más en el involucramiento de los mismos en el proceso formativo.

Por ello, planteamos que es necesaria una formación inicial y permanente del profesorado que a nivel conceptual muestre que las ideas de cuantificación, comportamiento de los cuantos y probabilismo constituyen las principales características de la física cuántica, y que ayude a dar respuesta a sus preguntas básicas (González, Muñoz, Solbes, 2020).

La elaboración de los programas de actividades puede relacionarse con el llamado conocimiento didáctico del contenido (CDC) de los docentes (Shulman, 1987). En una versión más desarrollada se propone el Conocimiento Profesional de los docentes que involucra el conocimiento disciplinar, el pedagógico y CDC, cada uno de los cuales abraza diversos aspectos (Solbes et al 2018).

Se trata finalmente de favorecer esta formación en la propia acción educativa. Los docentes cuestionan muchas veces las escasas posibilidades que tienen de llevar estos contenidos al aula de secundaria, a veces en contextos muy desfavorecidos. Es necesario generar instancias de formación continua que pongan en evidencia que existen estrategias que lo hacen posible, que de ese modo es posible capturar la atención de los estudiantes y que los

propios docentes pueden participar en el desarrollo de tales estrategias.

5.3. Aportes para la elaboración de material didáctico

Del texto de Feynman (1987) tenemos muchas aportaciones valiosas a una secuencia o programa de actividades actualizada, por ejemplo, el experimento de doble rendija que luego se proyecta con criterios afines al experimento de Stern Gerlach (interferencias de amplitud) y muchísimas afirmaciones donde lo conceptual se vincula fuertemente con lo empírico y lo matemático o cuando se ponen en evidencia las extrañas implicancias de la teoría. En Wichmann (1986) aparecen los estudios dimensionales, o las consideraciones sobre las relaciones de indeterminación o sobre la naturaleza de un fotón. Levy-Leblond (2001) esclarece con ciudadanía el significado de las ecuaciones de Planck - Einstein y de De Broglie - Compton como un cambio de paradigma y lo mismo hace con otros temas. Aunque no trata las cuestiones atómicas, sí aborda los momentos angulares, desde perspectivas cualitativas muy bien planteadas en la conceptualización física.

Pero no se trata tanto de elaborar libros de texto, como de realizar una investigación sobre los que se utilizan en los cursos introductorios de la universidad para establecer en qué medida responden a orientaciones que permitan el debate y la visión crítica entre los que aprenden. En ese sentido, una tarea puede estar en la reformulación de los textos conocidos que circulan de acuerdo a pautas u orientaciones que tomen en cuenta los resultados de la investigación didáctica. Al mismo tiempo, se trata de ampliar el campo de los videos y simulaciones con los mismos criterios.

5.4. Elaborar el currículo

Decíamos al comienzo que hay dificultades para sostener los avances curriculares que se han definido. Como hemos sostenido con relación a

las secuencias didácticas, propiciamos que en cada tema se deben señalar los aportes de la cuántica para terminar de asumir su verdadera naturaleza. De ese modo se avanzaría con un currículo concebida como un proceso en espiral ampliada.

Por ejemplo, la fotónica, que usualmente toma por senderos de la radiación de cuerpo negro (con sus enormes dificultades) y el efecto fotoeléctrico, podría completarse con las consideraciones sobre el carácter indivisible del fotón al interactuar con la materia y con simulaciones del experimento de Mach-Zender, pues es allí donde puede exponerse con mayor amplitud su naturaleza cuántica. En cuanto a los espectros, todo el desarrollo habitual que pasa por Bohr y eventualmente Sommerfeld para llegar a los orbitales, que son muy difíciles de tratar en detalle, se puede enriquecer y completar en diferentes direcciones, con el láser, con los momentos angulares, el spin y simulaciones del experimento de Stern-Gerlach. En otro plano podría pasarse de las ecuaciones heurísticas de Planck - Einstein y de De Broglie - Compton a las ecuaciones de Schrödinger, para la onda plana y de allí en la barrera, al efecto túnel y al microscopio electrónico. Estas aproximaciones requieren de elaboración e investigación para pulirlas y ubicarlas en los diferentes contextos.

6. Conclusiones y perspectivas

Los resultados analizados son convergentes en la definición de la problemática, pero no existe suficiente consenso respecto de las propuestas. Si hay coincidencias en la importancia de utilizar debates como estrategia didáctica. Queda mucho por investigar sobre la estabilidad y profundidad de los avances logrados en los aprendizajes de estudiantes y docentes.

Intentamos tomar en cuenta en la formación docente las dificultades de enseñanza/aprendizaje señaladas. Se ha avanzado en propuestas destinadas a que la enseñanza de la parte heurística de la Física

Cuántica no actúe fijando o validando concepciones semiclásicas que se convertirían en verdaderas preconcepciones contrarias a los conceptos cuánticos. Para ello proponemos la realización de prácticos y de ejercicios que favorezcan tanto los debates en aspectos de la interpretación de los fenómenos como en la elaboración de propuestas didácticas por los cursantes.

Para concluir con esta problematización de la elaboración curricular nos preguntamos ¿Cuáles serían las metas más altas de esta inclusión de la Física Cuántica en la enseñanza de las ciencias?

Debemos redefinir el sentido de la Alfabetización Científica para que sirva al ciudadano común en el siglo XXI, accediendo a una concepción de ciencia en permanente cambio, impregnado del conocimiento de las más avanzadas tecnologías y apuntando a una toma de conciencia crítica que propenda a la superación de la brecha tecnológica entre los países. De tal modo, debemos acompañar el debate sobre las utopías o las nuevas promesas de futuro para la humanidad.

7. Referencias

- Auletta, G.; Fortunato, M.; Parisi, G. (2009). *Quantum Mechanics*. Cambridge University Press. Cambridge: UK.
- Baily, C.; Finkelstein, N. D. (2015). Teaching quantum interpretations: Revisiting the goals and practices of introductory quantum physics courses. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, v. 11, n. 2, pp. 1–14.. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.02.0124>
- Bunge, M. (1973). Quantum mechanics in search of its referent. In *Philosophy of Physics*, pp. 87–105. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht: The Netherlands.
- Bunge, M. (2003). Twenty-five centuries of quantum physics: From Pythagoras to us, and from subjectivism to realism. *Science & Education*,

- 12, pp. 445–466. <https://doi.org/10.1023/A:1025336332476>
- Bungum, B.; Bøe, M. V.; Henriksen, E. K. (2018). Quantum talk: How small-group discussions may enhance students' understanding in quantum physics. *Science Education*, v. 102, n. 4, pp. 856–877. <https://doi.org/10.1002/sce.21447>
- Bybee, R.; DeBoer G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. En Gabel, D. L. (Ed.). *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. McMillan. New York: USA.
- Cheong, Y. W.; Song, J. (2014). Different levels of the meaning of wave-particle duality and a suspensive perspective on the interpretation of quantum theory. *Science & Education*, v. 23, n. 5, pp. 1011–1030. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9633-2>
- Chevalard, I. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique. Buenos Aires: Argentina.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 9, pp.1041–1053.
- Clement, J. (2008). Co-construction estudiante/maestro de modelos visualizables en grandes discusiones grupales. En J.J. Clement and M. A. Rea-Ramirez (Eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, pp. 11–22. Springer. Salt Lake City: USA.
- Costa, F. (2021). *Tecnoceno, algoritmos biohackers y nuevas formas de vida*. Taurus. Buenos Aires: Argentina.
- Erduran, S.; Jiménez-Aleixandre, M. P. (Eds.). (2008). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer. Berlin: Germany.
- Fernández, P. (2014). *Teorías y modelos en la enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba. <http://hdl.handle.net/11086/5472>
- Fernández, P.; González, E.; Solbes, J. (2005). De los corpúsculos de luz al efecto fotoeléctrico. Una propuesta didáctica con base en la discusión de modelos. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 18, n. 1, pp. 69–80. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/808>
- Fernández, P.; González, E.; Solbes, J. (2021). La evolución de las concepciones de los docentes de ciencias sobre dualidad en la FQ. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 33, n. 1, pp. 35–46. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/33275>
- Feynman, R.; Leighton, R.; Sands, M. (1987). *Física. V. III: Mecánica Cuántica*. Addison-Wesley Iberoamericana. Wilmington: USA.
- Fischler, H.; Lichtfeldt, M. (1992). Modern physics and students' conceptions. *International Journal of Science and Education*, v. 14, n. 2, pp. 181–190. <https://doi.org/10.1080/0950069920140206>
- Garriz, A. (2013). Teaching the philosophical interpretations of quantum mechanics and quantum chemistry through controversies. *Science & Education*, v. 22, n. 7, pp. 1787–1807. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9444-x>
- González, E.; Fernández, P.; Solbes, J. Dificultades de docentes de ciencias en la conceptualización de temas de física actual. V *Simposio de Investigadores en Educación en Física, CD*; Santa Fe, del 18 al 20 de octubre de 2000.
- González, E.; Muñoz-Burbano, Z.; Solbes, J. (2020). La enseñanza de la física cuántica: una comparativa de tres países. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 15, n. 2, pp. 239-250 <https://doi.org/10.14483/23464712.15619>
- Greca, I. M.; Freire, O. (2003). Does an emphasis on the concept of quantum states enhance students' understanding of quantum mechanics? *Science & Education*, 12, pp. 541–557. <https://doi.org/10.1023/A:1025385609694>
- Greca, I. M.; Herscovitz, V. E. (2002). Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, pp. 327–338.
- Henriksen, E. K.; Angell, C.; Vistnes, A. I.; Bungum, B. (2018). What is light? Students' reflections on the wave-particle duality of light and the nature of physics. *Science & Education*, v. 27, n. 1–2, pp. 81–111. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9963-1>
- Johansson, A.; Andersson, S.; Salminen-Karlsson, M.; Elmgren, M. (2018). "Shut up and calculate": The available discursive positions in quantum physics courses. *Cultural Studies of Science*

- Education*, v. 13, n. 1, pp. 205–226. <https://doi.org/10.1080/0950069980200404>
- Johnston, I.D.; Crawford, K.; Fletcher, P. R. (1998). Student difficulties in learning quantum mechanics. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 4, pp. 427–446. <https://doi.org/10.1080/0950069980200404>
- Kalkanis, G.; Hadzidaki, P.; Stavrou, D. (2003). An instructional model for a radical conceptual change towards quantum mechanics concepts. *Science Education*, v. 87, n. 2, pp. 257–280. <https://doi.org/10.1002/sce.10033>
- Kragh, H. A. (1992). Sense of History: History of Science and the Teaching of Introductory Quantum Theory. *Science & Education*, 1, pp. 349–363. <https://doi.org/10.1007/BF00430962>
- Kragh, H. (2007). *Generaciones Cuánticas. Una historia de la Física en el siglo XX*. Akal. Madrid: España.
- Krijtenburg–Lewerissa, K.; Pol, H. J.; Brinkman, A.; Van Joolingen, W. R. (2017). Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Physical Review Physics Education Research*, v. 13, n. 1, pp. 010109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010109>
- Lautesse, P.; Vila-Valls, A.; Ferlin, F.; Héraud, J. L.; Chabot, H. (2015). Teaching quantum physics in upper secondary school in France: ‘Quanton’ versus ‘wave–particle’ duality, Two Approaches of the Problem of Reference. *Science & Education*, 24, pp. 937–955. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9755-9>
- Lévy–Leblond, J. M. (2003). On the Nature of Quanta. *Science & Education*, 12, pp. 495–502. <https://doi.org/10.1023/A:1025382113814>
- Lévy–Leblond, J. M.; Balibar, F. (1990). *Quantics: Rudiments of quantum physics*. North–Holland/Elsevier. Amsterdam: Nederland.
- Lind, G. (1980). Models in Physics: Some pedagogical reflections based on the history of science, *European Journal of Science Education*, v. 2, n. 1, pp. 15–23.
- Méheut, M.; Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 5, pp. 515–535.
- Nersessian, N. (2002). The cognitive basis of model–based reasoning in science. En P. Carruthers, S. Skitch y M. Siegal (eds.), *The cognitive basis of science*. Cambridge University Press. Cambridge: USA.
- Ohanian, H. (1995). *Principles of Quantum Mechanics*. Prentice Hall. Hoboken: USA.
- Pereira, A.; Ostermann, F.; Cavalcanti, C. (2009). On the use of a virtual Mach–Zehnder interferometer in the teaching of quantum mechanics. *Physics Education*, 44, pp. 281–291.
- Pereira, A.; Solbes, J. (2022). The Dynamics of Perspective in Quantum Physics. An Analysis in the Context of Teacher Education. *Science & Education*, v. 31, n. 2, pp. 427–450. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00252-9>
- Petri, J.; Niedderer, H. (1998). A learning pathway in high school level quantum atomic physics. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 9, pp. 1075–1088.
- Sadin, E. (2022). *La inteligencia artificial o el desafío del siglo. Anatomía de un antihumanismo radical*. Caja Negra. Buenos Aires: Argentina.
- Sánchez Rón, J. M. (2001). *Historia de la Física Cuántica*. Critica. Barcelona: España.
- Savall, F.; Doménech, J. L.; Martínez, J. (2014). El espectroscopio cuantitativo como instrumento para la construcción y uso de modelos de emisión y absorción de radiación en física cuántica. *Revista Brasileira de Ensino de física*, 36, pp. 4302.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate. Buenos Aires: Argentina.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundation of the New Reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, pp. 1–22.
- Sinarcas, V.; Solbes, J. (2013). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la física cuántica en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 31, n. 3, pp. 9–25. <https://doi.org/10.5565/rev/enscien/v31n3.768>
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio–científicas y pensamiento crítico: Una propuesta contra las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 46, pp. 81–99. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10541>
- Solbes, J.; Bernabeu, J.; Navarro, J.; Vento, V. (1988). Dificultades en la enseñanza aprendizaje de la física cuántica. *Revista Española de Física*,

v. 2, n. 1, pp. 22–27.

<https://roderic.uv.es/handle/10550/36207>

Solbes, J.; Fernandez-Sanchez, J.; Dominguez-Sales, M. C.; Furio, C.; Canto, J. y Guisasola, G. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las ciencias*, v. 36 n. 1, pp. 25–44.

<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>

Solbes, J.; Sinarcas, V. (2010). Una propuesta para la enseñanza aprendizaje de la física cuántica basada en la investigación en didáctica de las ciencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 23, n. 1 y 2, pp. 57–84.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/7995>

Solbes, J.; Sinarcas, V. (2009). Utilizando la historia de la ciencia en la enseñanza de los conceptos claves de la física cuántica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, pp. 123–151.

<https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2404>

Srniczek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Caja Negra. Buenos Aires: Argentina.

Talanquer, V. (2015). La promesa del conocimiento didáctico del contenido. Prólogo de Parga, L. E. (Ed.) *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*. Editorial Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Colombia.

Villareal, V. La Inteligencia Artificial desde una óptica social. *Página 12*, Buenos Aires: Argentina. 30/9/2022.

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press. Cambridge: USA.

Wichmann, E. H. (1986). *Física Cuántica*. 4. Reverté. Buenos Aires: Argentina.

Zembylas, M. (2004). Emotion Metaphors and Emotional Labor in Science Teaching. *Science Education*, 88, pp. 301–324. <https://doi.org/10.1002/sce.10116>



ANÁLISE DO TEMA VACINAÇÃO EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

ANALYSIS REGARDING VACCINATION IN SCIENCE TEXTBOOKS

ANÁLISIS DEL TEMA VACUNACIÓN EN LIBROS DIDÁCTICOS DE CIENCIAS

Elizabete França* , **Juliane Priscila Diniz Sachs**** , **Mariana Bolake Cavalli***** ,
Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva**** , **Fernanda Aparecida Meglhioratti******* 

Como citar este artículo: França, E., Sachs, J. P. D., Cavalli, M. B., Silva, R. A. R da. y Meglhioratti, F. A. (2023). Análise do tema vacinação em livros didáticos de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp 71-87 DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19568>

Resumo

Com o advento da pandemia pela Covid-19, o crescente interesse social pelo tema da vacinação se intensificou e tornou premente oferecer aos estudantes oportunidades para a aprendizagem a respeito do impacto que a vacinação teve (e tem) no controle de diferentes doenças ao longo do tempo, dos tipos de vacinas e das formas como essas agem no corpo. Entre os recursos utilizados na oferta dessas oportunidades, o livro didático destaca-se como um veículo de disseminação de informações que intermedeia a construção de saberes científicos, sendo um dos principais subsídios utilizados pelos professores e alunos em aulas de ciências. Deste modo, o presente texto relata uma pesquisa que procurou identificar como o tema da vacinação foi abordado nos livros didáticos de ciências vinculados ao Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), 2020-2024. Para tanto, selecionou-se 12 livros voltados ao sétimo ano do ensino fundamental que foram aprovados para o programa e procedeu-se a sua investigação por meio de análise de conteúdo categorial na modalidade temática. Os resultados indicam uma maior ênfase nas temáticas de Políticas Públicas e Doenças e poucos registros em relação a temáticas como Tipos de Vacinas e Capacidade das vacinas frente a novas variantes.

Recibido: Junio 2022; Aprobado: Septiembre 2023

* Doutoranda em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Brasil, elizabete87@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-0690-4962>

** Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Brasil. Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Brasil, jscachs@uenp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5222-6517>

*** Doutora em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Brasil, marianabolake33@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7503-0437>

**** Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Brasil. Docente da Universidade Federal da Integração Latino Americana – UNILA, Brasil, ronaldo.ribeiro@unila.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4974-4620>

***** Doutora em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Brasil. Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Brasil, fernanda.meglhioratti@unioeste.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-9792>

Recibido: junio de 2022, aceptado: enero 2023

Palavras-Chave: Material Didático. Ciências Naturais. Imunização. Aprendizagem.

Abstract

The ongoing social interest on vaccination subject increased with the Covid-19 pandemic advent and made it urgent to offer students some opportunities to learn about the impact that vaccination had (and has) to control different diseases over time, the types of vaccines and how they work in the body. Among the applied resources in offering these opportunities, the textbook stands out as a vehicle to broadcast information that mediates scientific knowledge construction, and it is one of the main subsidies used by teachers and students in science classes. Thus, this text reports research that aimed at identifying how the topic of vaccination was addressed in science textbooks associated to the National Book and Teaching Material Program (PNLD in Portuguese), 2020-2024. Therefore, twelve books written for the seventh year of elementary school were selected, also approved for the program and their investigation was carried out using a categorical content analysis in the thematic area. The results have shown better emphasis on Public Policies and Diseases themes and few records in relation to themes such as Types of Vaccines and Vaccine Capacity against new variants.

Keywords: Didactic Material. Natural Sciences. Immunization. Learning.

Resumen

El creciente interés social por el tema de la vacunación se intensificó con el advenimiento de la pandemia por covid-19 y se ha hecho urgente ofrecer a los estudiantes oportunidades de aprendizaje sobre el impacto que la vacunación ha tenido en el control de diferentes enfermedades a lo largo del tiempo, de los tipos de vacunas y de las formas como estas actúan en el cuerpo. Entre los recursos utilizados para lograrlo, el libro didáctico se destaca como un vehículo de diseminación de informaciones que facilita la construcción de saberes científicos, y uno de los principales recursos utilizados por los profesores y alumnos en las clases de ciencias. De este modo, el presente texto relata una investigación que buscó identificar cómo el tema de la vacunación fue abordado en los libros didácticos de ciencias vinculados al Programa Nacional del Libro y del Material Didáctico (PNLD), 2020-2024. Para esto, fueron seleccionados doce libros de grado séptimo de la escuela primaria, los cuales fueron aprobados para el programa y se procedió a la investigación de estos a través de análisis de contenido categorial en la modalidad temática. Los resultados indican un mayor énfasis en las temáticas de Políticas Públicas y Enfermedades y pocos registros con relación a temáticas como tipos de vacunas y capacidad de las vacunas frente a nuevas variantes.

Palabras clave: material didáctico, ciencias naturales, inmunización, aprendizaje.

Introdução

As vacinas ocupam um lugar de destaque dentre os avanços científicos-tecnológicos que foram

decisivos para a diminuição da mortalidade da população mundial no início do século XX (BARBIERI, COUTO, MOTTA, 2015). No entanto, ainda que as tecnologias de produção de

vacinas tenham se difundido e auxiliado na diminuição da mortalidade, ao longo da sua história existem movimentos de resistências e de hesitação vacinal e que ocorrem ainda hoje (BELTRÃO et al., 2020; CARDOSO et al., 2021). Observamos nos últimos anos o crescimento de movimentos antivacinas em diferentes partes do mundo, o que pode servir de apoio a questões de hesitação vacinal, propiciando o reaparecimento de doenças já controladas e minando os esforços e políticas públicas de prevenção e promoção à saúde (BURTET, FONTANELA, MAROCCO, 2021). Por exemplo, no Brasil, LUIZ et al. (2021) indicam uma queda na cobertura vacinal no período de 2015 a 2020, tendo como causas fatores como: carência de assistência em saúde, renda familiar, desinformação a respeito do processo vacinal, a percepção da não existência das doenças em que as vacinas atuam bem como o aumento dos movimentos antivacinas e de notícias falsas nas redes sociais.

No cenário que se desenha na atualidade, intensificado pela pandemia da Covid-19, compreendemos que o ensino de ciências se constitui um espaço fundamental para abordar questões referentes à saúde pública e à importância da vacinação no âmbito individual e coletivo. Para tanto, o ensino de ciências deve permitir a compreensão do mundo por meio de uma leitura crítica bem como permitir a tomada de decisões para a promoção do bem-estar e da participação cidadã (FONSECA, DUSO, 2020). Entendemos que, ao abordar a temática da vacinação, seus efeitos na saúde coletiva e individual e combater notícias falsas que levam à hesitação vacinal, o ensino de ciências está contribuindo para que o aluno tome decisões em sua vida pessoal, com implicações na saúde coletiva, pautadas no conhecimento científico.

O livro didático tem sido considerado o principal material utilizado nas salas de aula (RUDEK, HERMEL, 2021). Nesse sentido, pela amplitude de utilização desse recurso didático e por ele possibilitar o acesso a uma variedade de informações pelos alunos, consideramos fundamental investigar como os livros didáticos

de ciências brasileiros abordam a temática vacinação e quais as principais ênfases. Para desenvolver essa investigação, analisamos os livros didáticos de ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental, aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), para os anos de 2020 a 2024.

O PNLD é um programa brasileiro que tem como objetivo:

[...] avaliar e disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e também às instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, s/a, s/p)

A análise dos livros de ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental se justifica, pois na Educação Básica Brasileira está previsto no documento intitulado Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), no componente curricular Ciências, para o sétimo ano, o desenvolvimento da seguinte habilidade pelos alunos: “(EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças” (BRASIL, 2018 p. 347). O PNLD, que avaliou os livros didáticos, se apoia nas orientações descritas nesse documento, e, portanto, entendemos que a temática vacinação necessariamente estaria presente nos livros didáticos de ciências do sétimo ano. Com base nessas justificativas, o objetivo desse artigo é analisar como o tema vacina é abordado nos livros didáticos de ciências do sétimo ano, aprovados pelo PNLD para o período de 2020 a 2024.

1. O livro didático, o ensino de ciências e a temática da vacinação

Em relação à temática vacina em livros didáticos de ciências, encontramos alguns textos que iremos detalhar. RAZERA et al. (1999) avaliaram 26 livros da área de Ciências (didáticos e paradidáticos) que faziam menção ao tema vacina, de diferentes anos do ensino fundamental, em escolas de Bauru-SP e Araraquara-SP. Como resultado, os autores enfatizam que: em geral, as ideias apresentadas a respeito da vacinação não sofrem grandes alterações conforme os anos escolares; destacam a utilização em excesso da palavra anticorpo, como se esse fosse o único mecanismo de defesa do organismo; questionam o entendimento da palavra anticorpos nos anos iniciais; evidenciam a ênfase no processo preventivo da vacina em todos os livros analisados.

SUCCI, WICKBOLD, SUCCI (2005), ao analisarem 50 livros da área de Ciências e Biologia, identificaram que cerca de 34% não possuíam informações a respeito de vacinas, que mais da metade apresentavam informações incorretas e que a abordagem da vacinação focalizava o calendário vacinal pediátrico. SOARES, MARQUES (2018) avaliaram, por meio de uma abordagem da História das Ciências, como a temática das “vacinas” era abordada em livros de Ciências do 7º ano empregados na rede pública do município de Codó-MA. As autoras ressaltam que: a abordagem histórica é fragmentada, reconhecendo apenas um cientista referente a longa história das vacinas; não há uma apresentação das metodologias científicas; os textos apenas citam nomes, datas e nacionalidade; os textos tratam das ações preventivas que ocorrem com o processo vacinal, mas não definem explicitamente o que são as vacinas; existe superficialidade ao tratar das potencialidades das vacinas e suas ações em relação às doenças; existe uma ênfase na vacinação infantil e para os idosos e uma simplificação dos calendários de vacinas. GUESHI, CUNHA (2021) também avaliaram

cinco livros de Biologia, com publicações entre 2006 e 2013, ressaltando que a conceituação de vacina ocorre, em geral, pela associação de outros conceitos e termos da área da imunologia, tais como: “especificidade, memória e reconhecimento” (GUESHI, CUNHA, 2021 p. 1), mesmo que esses conceitos não tenham sido encontrados na totalidade dos livros avaliados.

ABE (2020) traz um trabalho semelhante ao proposto no nosso artigo. A autora também investiga Livros Didáticos de Ciências do último PNLD com a temática vacina, no entanto, utiliza outras categorias de análise (ainda que algumas se sobreponham parcialmente com nossa forma de análise), buscando responder ao seguinte questionamento: “De que maneira os livros didáticos de Ciências Naturais PNLD 2019 anos finais tratam a temática Vacinação enquanto Programa e indicador de saúde pública, como propõe a BNCC?” (ABE, 2020 p. 8). As categorias de análise propostas pela autora são voltadas para o estabelecimento de um programa e indicador de saúde pública e foram: “Organização no livro didático, Campanhas de vacinação, História da Ciência ou fatos históricos, Temas contemporâneos, Contexto local, Contexto Pessoal, Indicador de saúde pública e Ação Governamental” (ABE, 2020 p. 4).

ABE (2020) resalta alguns resultados encontrados nos livros didáticos analisados: tratam a vacinação articulada com a prevenção de doenças virais; destacam campanhas de vacinação contra “gripe, febre amarela, sarampo e poliomielite” (ABE, 2020 p. 18), HPV e raiva; abordam a criação da vacina por Edward Jenner e o episódio da revolta da vacina no Brasil; abordam alguns temas contemporâneos como movimento antivacinas, ressurgimento de doenças erradicadas e ética envolvendo seres humanos; articulam aspectos que podem ser contextualizados com a saúde pública da cidade e/ou estado do aluno; solicitam a observação da caderneta de vacinação; tratam da vacinação vinculada as estratégias de saúde pública. Nosso trabalho, portanto, estabelece uma análise

complementar estabelecendo o seguinte conjunto de categorias de análise: C01 - História da Vacina; C02 - Saúde; C03 - Tipos de Vacinas; C04 – Definição de vacina; C05 – Capacidade das vacinas frente a novas variantes; C06 - Soro; C07 - Sistema Imunitário; C08 – Doenças; C09 – Políticas públicas; C10 – Produção Tecnológica; C11 – Movimento antivacina e Fake News. Assim, abrange além da questão de saúde pública, questões conceituais (vacina, sistema imunitário e diferença entre vacina e soro) bem como o desenvolvimento tecnológico e os limites das ações das vacinas frente novas variantes. Além disso, buscamos estabelecer uma análise comparativa do número de registros encontrados nas categorias de análise, para compreendermos quais as ênfases nas discussões dos livros didáticos e quais temáticas precisariam de um maior destaque e discutimos fragmentos representativos de cada uma das categorias para traçar algumas contribuições e/ou limites dos livros analisados.

2. Metodologia

Este estudo se desenvolveu conforme uma abordagem qualitativa da Análise de Conteúdo Categorical, na modalidade temática, organizando-se em seus três momentos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (BARDIN, 2011). A pré-análise iniciou-se com a escolha dos documentos e a seleção do corpus. Definiu-se como documentos para análise os livros voltados para o ensino de Ciências da Natureza, do 7º ano do ensino fundamental e que apresentavam em conjunto o manual do professor. Os livros avaliados estão descritos no Quadro 1, todos eles são de 2018, e foram avaliados e aprovados pelo PNLD para a utilização entre os anos de 2020 e 2024:

Quadro 1: Livros Didáticos de Ciências PNLD 2020-2024.

ID	Título	Autoria	Editora
LD01	Inspire ciências	Roberta Aparecida Bueno Hiranaka e Thiago Macedo de Abreu Hortencio.	FTD
LD02	Araribá mais: ciências	Obra coletiva da Editora Moderna. Editora responsável: Maíra Rosa Carnevalle.	Moderna
LD03	Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto e Laura Celloto Canto.	Moderna
LD04	Companhia das ciências	João Usberco, José Manoel Martins, Eduardo Schechtmann, Luiz Carlos Ferrer e Herick Martin Velloso.	Saraiva
LD05	Ciências - vida & universo	Leandro Pereira De Godoy	FTD
LD06	Inovar ciências da natureza	Sônia Lopes e Jorge Audino	Saraiva
LD07	Observatório de Ciências	Obra coletiva da Editora Moderna. Editores responsáveis: Miguel Thompson e Eloci Peres Rios	Moderna
LD08	Teláris Ciências	Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca	Ática
LD09	Convergências ciências	Vanessa Silva Michelin e Elisangela Andrade Angelo	SM
LD10	Tempo de Ciências (Coleção Tempo)	Carolina Souza, Maurício Pietrocola e Sandra Fagionato	Editora do Brasil
LD11	Geração alpha ciências	Ana Luiza Petillo Nery, André Catani e João Batista Bezerra	SM
LD12	Apoema Ciências	Ana Maria Pereira, Ana Paula Bemfeito, Carlos Eduardo Pinto, Miguel Arcanjo Filho e Mônica Waldhelm	Editora do Brasil

Fonte: Autores (2022).

Para a análise do corpus constituído, foram construídas categorias prévias e índices descritivos que nos proporcionavam elementos para a inclusão e exclusão de unidades de contexto e registros nas categorias.

Quadro 2: Categoria e índices utilizados na análise.

Código	Categoria	Índices
C01	História da vacina	Unidades de registro que contém elementos da história da vacina. Por exemplo, a descoberta da vacina da varíola, incluindo a história do médico inglês Edward Jenner e a história de Lady Mary Wortley Montagu sobre a variolização; a Revolta da Vacina de 1904; a história da erradicação da poliomielite no Brasil.
C02	Saúde	Unidades de registro que apresentam elementos relacionados com à definição de saúde e com o impacto da vacina na saúde.
C03	Tipos de vacinas citadas	Unidades de registro que apresentam os tipos de vacinas contra agentes infecciosos. Por exemplo: as vacinas inativadas que utilizam microorganismos íntegros, mortos ou inativados; as vacinas atenuadas que utilizam microorganismos vivos, cuja virulência foi reduzida significativamente; vacinas acelulares ou que contém subunidades de antígenos purificados do patógeno (DOMINGOS, SANT'ANNA, 2008), dentre outras classes de vacinas.
C04	Definição de vacinas	Unidades de registro que contém elementos que definem o conceito de vacina.
C05	Capacidade das vacinas frente a novas variantes	Unidades de registro que abordam mutações genéticas de certos tipos de vírus bem como a necessidade de atualização das vacinas em centro de pesquisas para as novas variantes.
C06	Soro	Unidades de registro que apresentam a definição do soro bem como a diferença entre soro e vacina e suas aplicações.
C07	Sistema imunitário	Unidades de registro que apresentam elementos sobre o sistema imunitário, como os tipos de imunidade e a ação das vacinas na produção de anticorpos.
C08	Doenças	Unidades de registro que contém informações sobre as doenças imunopreveníveis por meio de vacinação, tais como: sarampo; tétano neonatal; Difteria; Coqueluche; Tétano acidental; Hepatite B; Meningite; Febre Amarela; Tuberculose; Rubéola; Caxumba; HPV; Poliomielite. E doenças que não apresentam vacinas como forma preventiva como a Chikungunya e a Zika. A forma de transmissão, os sintomas e a prevenção. Também relaciona a vacina a patógenos específicos dessas doenças.
C09	Políticas públicas	Unidades de registro que contém informações sobre as Políticas Públicas relativas às vacinas, tais como: o Programa Nacional de Imunização; o cronograma vacinal; as campanhas de vacinação.
C10	Produção tecnológica	Unidades de registro que contém informações a respeito da vacina como um produto tecnológico.
C11	Movimento antivacina e fake News	Unidades de registro que apresentam informações a respeito da queda da imunização de algumas doenças em decorrência da hesitação vacinal e/ou por notícias falsas no que tange à saúde pública.

Fonte: Autores (2022).

Para BARDIN (2011), a unidade de contexto se constitui no “segmento da mensagem, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 2011 p. 137). Enquanto a unidade de registro (UR) representa: “[...] a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como

unidade base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2011 p. 134).

Durante o processo de pré-análise, em uma primeira exploração do corpus de pesquisa, as categorias bem como os índices que a constituíam ficaram mais precisos, chegando ao proposto no Quadro 2, que guiou nosso processo analítico.

Quadro 3. Comparativo do número de registros identificados por categoria e obra. C01 - História da Vacina; C02 - Saúde; C03 - Tipos de Vacinas; C04 – Definição de vacina; C05 – Capacidade das vacinas frente a novas variantes; C06 - Soro; C07 - Sistema Imunitário; C08 – Doenças; C09 – Políticas públicas; C10 – Produção Tecnológica; C11 – Movimento antivacina e Fake News.

ID	Categorias											Registros por livro
	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	
LD01	5	6	0	1	0	2	2	9	2	2	4	33
LD02	3	2	1	1	1	0	0	4	5	1	3	21
LD03	2	0	1	2	1	0	1	2	2	0	0	11
LD04	1	0	3	4	0	4	3	2	7	4	1	29
LD05	2	2	0	3	0	0	1	2	10	0	0	20
LD06	3	1	0	2	1	4	4	8	14	0	0	37
LD07	6	2	0	1	0	2	3	2	9	0	3	28
LD08	1	1	1	0	2	3	1	16	7	2	3	37
LD09	2	3	2	1	0	0	1	8	10	2	0	29
LD10	3	0	0	3	0	0	3	2	12	2	1	26
LD11	3	2	1	1	0	2	6	1	5	0	0	21
LD12	4	4	1	1	1	5	1	11	9	0	2	39
Registros por categoria	35	23	10	20	6	22	26	67	92	13	17	

Fonte: Autores (2022).

Durante a fase de exploração do material, para organizarmos nossa análise, fizemos uma ficha de análise para cada um dos livros avaliados, contendo um quadro com todas as categorias, nos quais incluíamos trechos dos textos referentes a elas. Esses trechos maiores foram identificados como unidade de contexto, e trechos mais específicos que se relacionavam diretamente aos índices que compunham às categorias, foram

chamados de unidades de registros. Um mesmo trecho longo pode conter mais que uma unidade de registro. Desse modo, foram feitas as leituras de frases, parágrafos, textos ou capítulos que tratavam da vacina, realizando-se a identificação de trechos relativos às categorias. Para a análise dos livros, foram considerados tanto o texto base como as atividades destinadas aos alunos. Analisamos as partes que falavam diretamente do

termo vacina e conteúdo ao seu entorno que lhe davam subsídios.

No tratamento dos dados, os resultados obtidos por meio de categorização e identificação das unidades de registro levaram às inferências e interpretações a respeito de como o tema vacina se apresenta nos livros didáticos de Ciências. Essas inferências e interpretações foram sustentadas pela apresentação de alguns fragmentos dos textos analisados e seu diálogo com a fundamentação teórica apresentada.

3. Resultados e Discussão

Nossos resultados são apresentados em duas partes: 1) um panorama comparativo das categorias encontradas nas obras analisadas; 2) Apresentação ilustrativa da presença das temáticas por meio da discussão de trechos representativos das categorias.

a. Panorama das categorias referentes à vacina nas obras analisadas

Apresentamos a seguir o Quadro 3 que sintetiza os resultados obtidos pelo processo de categorização e identificação das unidades de registros no conjunto de obras didáticas avaliadas, de modo a evidenciar quais as ênfases encontradas.

A partir desse quadro construímos a Tabela 01, que apresenta a frequência absoluta (número de vezes que o elemento aparece) e a frequência relativa das categorias (número de vezes que a categoria se repetiu em relação ao conjunto de categorias, apresentado em porcentagem) (SILVA, FERNANDES, ALMEIDA, 2015), obtidas para o corpus.

Tabela 01. Frequência absoluta e frequência relativa das categorias nos livros analisados.

Categorias	fi	fr (%)
História da vacina	35	10,60
Saúde	23	6,94
Tipos de vacina citadas	10	3,02
Definição de vacina	20	6,04
Capacidade das vacinas frente a novas variantes	6	1,81

Soro	22	6,64
Sistema Imunitário	26	7,85
Doenças	67	20,24
Políticas Públicas	92	27,80
Produção Tecnológica	13	3,92
Movimento Antivacina e Fake News	17	5,14

Total **331** **100**

Fonte: Autores (2022). fi = frequência absoluta e fr = frequência relativa.

Podemos perceber que as categorias que aparecem com uma frequência maior são as de “Políticas Públicas” e “Doenças” e que, somadas, constituem quase metade dos registros. Por outro lado, percebemos uma pequena frequência ao abordar os tipos de vacinas existentes e a capacidade das vacinas frente às novas variantes.

A principal ênfase encontrada foi relativa à Categoria “Políticas Públicas” (C09 = 92), que aparece em todos os livros, em alguns com maior intensidade. Os livros enfatizaram, por exemplo, aspectos como as campanhas de vacinação, calendário vacinal e o papel do governo em relação a vacinação da população. Isso reforça os resultados encontrados por ABE (2020) ao analisar esse material com o objetivo de encontrar programas e indicadores de saúde pública.

Uma segunda ênfase foi a categoria “Doenças” (C08 = 67), a qual esteve relacionada a vacinação como prevenção de doenças de forma geral bem como a descrição de doenças associadas a existência ou não de vacinação. Alguns livros apenas mencionam a utilização de vacinas como prevenção a doenças enquanto outros detalham várias doenças apontando se existem ou não vacinas. No conjunto das obras encontramos a menção a doenças que apresentam vacinas causadas por vírus (gripe, febre amarela, poliomielite, hepatite A e B, rotavírus, sarampo, caxumba, rubéola, varicela, catapora, condiloma acuminado, varíola, raiva, dengue, H1N1), bactérias (difteria; coqueluche; tétano; meningite bacteriana; tuberculose; febre tifoide) e até mesmo por protozoários (Leishmaniose Canina). Entre as doenças citadas que não tem vacinas,

estão as virais (resfriado, zika vírus, chikungunya) e as bacterianas (febre maculosa, hanseníase, sífilis). Cabe ressaltar que existem menção a algumas doenças também na categoria de políticas públicas, mas essas são relacionadas às campanhas de vacinação e organização da saúde pública em geral. Na análise realizada por ABE (2020 p. 10), em relação aos indicadores de saúde pública dessas mesmas obras, foi atribuída nas campanhas de vacinação uma maior ênfase para as seguintes doenças: “gripe, poliomielite, sarampo, febre amarela, raiva e HPV (Papilomavírus Humano)”.

Por outro lado, a categoria “Capacidade das vacinas frente a novas variantes” (C05 = 6) foi pouco abordada e, quando mencionada, relacionava-se ao vírus da gripe, a sua alta taxa de mutabilidade e ao motivo que levava a necessidade de vacinação de forma anual. Uma outra categoria com poucos registros foi a de “Tipos de vacinas” (C03 = 10), em especial, a ênfase recaiu nas vacinas com microrganismos inativados ou atenuados ou partes desses microrganismos. A esse respeito sublinhamos que os livros analisados foram elaborados anteriormente à pandemia da Covid-19, sendo que, com ela, veio à público tanto o aparecimento de diferentes variantes do coronavírus, com alta taxa de mutabilidade, assim como a diversidade de tecnologias na elaboração das vacinas. Assim, supomos que essas temáticas estarão mais presentes nos próximos livros didáticos, em especial, a partir da aprovação de novas tecnologias como as vacinas de RNA e as vacinas de DNA sintéticos para seres humanos (GERAQUE, 2021).

Outra categoria com baixo número de registros foi a de “Produção tecnológica” (C10=13) em que se destacaram o entendimento de soros e vacinas como importantes avanços tecnológicos e a menção de institutos de pesquisas como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e o Instituto Butantan.

Algumas categorias tiveram número de registros que variavam de 17 a 36 (C11 = 17; C04 = 20; C06 = 22; C02 = 23; C07 = 26; C01 = 35). Entre essas categorias, destacamos a importância da discussão a respeito do “Movimento antivacina e Fake News”, uma vez que informações falsas têm gerado na população um processo de resistência à vacinação, o que pode levar, inclusive, ao reaparecimento de doenças que já estavam controladas (BURTET, FONTANELA, MAROCCO, 2021). Apesar disso, em cinco livros não encontramos registros dessa discussão (LD03; LD05; LD06; LD09; LD11).

Em relação à categoria “Definição de vacina”, as definições encontradas estão correlacionadas ao sistema imunitário. Quanto à categoria “Soro”, os registros incluídos aqui foram identificados nas partes em que se mencionava a vacinação, ou seja, em geral, a explicação a respeito de Soro ocorria de forma comparativa, diferenciando imunidade passiva (soro) e ativa (vacina). Não encontramos registros de discussão a respeito de soro para cinco livros (LD02; LD03; LD05; LD09; LD10), considerando o corpus. Quanto a categoria “Saúde”, as definições trazidas estavam associadas à prevenção, mas também foram apresentadas definições mais amplas relativas ao bem-estar. Apesar de três livros (LD03; LD04; LD10) não apresentarem registros nessa categoria, isso não significa que eles não abordaram a temática, pois quando as noções de saúde estavam associadas a políticas públicas, por exemplo, elas foram alocadas na categoria C09.

Em relação a categoria “Sistema Imunitário”, em apenas um livro não encontramos registros (LD02). Dentro dessa categoria encontramos a discussão a respeito de imunidade passiva e ativa, barreiras físicas para a proteção do organismo e mecanismos de memória. Na categoria “História da Vacina”, todos os livros apresentaram registros, sendo que a ênfase recaiu em dois episódios, a produção da primeira vacina por Edward Jenner e a Revolta da Vacina ocorrida no Brasil no início do século XX.

A seguir, detalhamos nossos resultados com trechos ilustrativos dos registros encontrados bem como com o diálogo com a literatura.

b. Apresentação ilustrativa das categorias temáticas

Em relação a História da Vacina (C01), alguns aspectos e personagens foram mais evidentes, entre eles: a produção da vacina e o trabalho realizado por Edward Jenner bem como o episódio histórico da Revolta da Vacina e o trabalho do sanitarista Oswaldo Cruz.

LD08: Em algumas partes do mundo, durante o século XVIII, percebeu-se que colocar crianças em contato com o material que saía das feridas de pacientes com varíola podia protegê-las contra a doença. Embora esse procedimento fosse perigoso, pois as crianças corriam risco de contaminação, ele chegou a ser adotado para a prevenção da doença. Em 1796, o médico inglês Edward Jenner (1749-1823) observou que pessoas não contraíam a varíola ao ordenhar vacas, desde que tivessem adquirido a forma animal da doença, menos perigosa. Jenner usou o termo “varíola da vaca”, em latim variola vaccinae, que deu origem ao termo “vacina”. (GEWANDSZNAJDER, PACCA, 2018 p. 142)

LD09: Em novembro de 1904 ocorreu no Rio de Janeiro a Revolta da Vacina. Entre as causas dessa revolta, destaca-se a lei sugerida pelo médico sanitarista Oswaldo Cruz que obrigava todas as pessoas da cidade a se vacinarem contra a varíola, uma doença causada por um vírus, cujos principais sintomas são lesões na pele. (MICHELAN, ANGELO, 2018 p. 172)

Dois livros textos contextualizaram a existência de uma prática, ocorrida há vários séculos, de infecção controlada para causar episódios mais leves da doença varíola (LD07 e LD11). Três livros citam Louis Pasteur e o aprimoramento de vacinas para outras doenças (LD03, LD07, LD12) e apenas um dos livros (LD07) cita a popularização do método de variolização para a proteção contra a varíola realizada por Lady Mary Wortley Montagu (LD07).

LD07: [...] Por séculos essa doença, principalmente a varíola humana, mais agressiva, foi uma das mais temidas pragas que afetaram a humanidade, chegando a matar até 30% dos infectados. As pessoas sobreviventes, no entanto, nunca mais pegavam a doença. Essa observação levou a uma prática chamada variolização, registrada na Ásia e na China há centenas de anos, mas popularizada na Europa no final do século XVIII pela esposa de um embaixador britânico, Lady Mary Wortley Montagu, que aprendeu a prática nas suas viagens pelo Oriente. A variolização consistia na infecção controlada, por meio da inalação de cascas secas de feridas decorrentes de varíola ou por inoculação direta de pus das feridas de uma pessoa doente, na pele de outra sã. [...]. (THOMPSON, RIOS, 2018 p. 258)

Entendemos que contextualizar as evidências que levaram a compreender o processo de imunização ao longo do tempo, seus múltiplos contextos e personagens é uma estratégia importante para superar visões de ciência e cientistas ingênuas. Nesse sentido, cabe ressaltar que a maior parte dos livros textos mencionam apenas Edward Jenner (proposição da vacina) e Oswaldo Cruz (episódio da revolta da vacina). Esses dados convergem para o apontado pela pesquisa de SOARES, MARQUES (2018) a respeito da abordagem histórica da temática vacina em livros de Ciências do 7º ano, que destaca uma abordagem fragmentada, sem aprofundamento no contexto histórico e focada em um único cientista como importante na história da vacinação. Por outro lado, compreendemos que trazer o exemplo de uma mulher relacionada à história da vacina, como em LD07, pode auxiliar na visibilidade do papel da mulher na ciência, sendo fundamental esse aspecto para o Ensino de Ciências (CAVALLI, 2017).

Quanto a categoria de Saúde (C02), de modo geral, foram inclusos fragmentos de textos referentes a definições de Saúde e escritas mais gerais do impacto da vacinação na saúde. As definições de Saúde estavam associadas não só a estratégias de prevenções, mas também a promoção do bem-estar.

LD01: Para muitas pessoas, ter saúde está relacionado com o fato de não estar com nenhuma doença. Essa ideia vem do século XVII e considera o corpo uma máquina completa e perfeita, distinta e independente do ambiente. Por essa definição, uma pessoa está com saúde quando o seu corpo não está doente e está funcionando adequadamente. Porém sabemos que o ambiente interfere no nosso modo de vida e conseqüentemente pode interferir no funcionamento do nosso corpo. Não somos máquinas, somos seres humanos com sentimentos e emoções. Dessa forma, a Organização Mundial de Saúde, define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades. (HIRANAKA, ABREU, 2018 p. 33).

É importante reconhecer que a Saúde vai além da ausência de doenças, compreendendo que questões como saneamento básico, qualidade de vida, de lazer, entre outros aspectos fazem parte da saúde (BATISTELLA, 2007).

Em relação à categoria C03, Tipos de Vacinas, sete livros apresentam fragmentos classificados nessa categoria. Os tipos de vacinas citados nos textos são: utilização de microrganismo atenuado; utilização de microrganismos mortos ou inativados; utilização de fragmentos de vírus e bactérias. É importante, ao aluno compreender que as vacinas apresentam diferentes tecnologias, formas de serem produzidas, mecanismos de ações e formas de aplicação. Isso se faz ainda mais relevante no atual cenário da pandemia da Covid-19, em que diferentes tipos de vacinas, com diferentes tecnologias, foram divulgados à população. De acordo com SILVA, ALMEIDA (2021), as vacinas são substâncias produzidas em laboratório com a função de sensibilizar o sistema imunológico para prevenir infecções no organismo. As vacinas podem ser classificadas em duas categorias principais: as clássicas, com vírus inativados, atenuados ou fragmentos dos microrganismos ou de próxima geração com RNA, DNA ou vetores.

LD04: Atualmente, a maioria das vacinas é produzida a partir de fragmentos de vírus e

bactérias ou desses microrganismos inativados ou atenuados. (USBERCO et al., 2018, p.176).

Ainda nessa categoria, foi incluído um fragmento que relatava a respeito do fracionamento de vacinas para aumentar a disponibilidade das doses. Essa técnica é utilizada quando ocorre a utilização de doses reduzidas em relação a dose padrão recomendada, mas que são capazes de um efeito similar de imunização, quando não há produção suficiente para atender toda a população (SCHUELER, 2018).

Quanto a categoria C04, Definição de Vacina, as definições se relacionaram, em específico, com a capacidade dela em gerar mecanismos de memória, estimular o sistema imunológico e atuar de forma preventiva. Esse resultado, é apoiado pelo trabalho de GUESHI, CUNHA (2021), que analisou livros de Biologia em relação a essa temática, evidenciando que a definição de vacinas ocorre associado, por exemplo, ao termo memória.

LD01: Geralmente, as vacinas são compostas com antígenos mortos ou atenuados (enfraquecidos), ou seja, que não são capazes de causar a doença, mas que são suficientes para estimular o organismo a produzir anticorpos (resposta primária) e, assim, induzir à formação de células de memória. (HIRANAKA, ABREU, 2018 p. 18)

Na categoria C05, cinco livros trazem a questão da mutabilidade dos vírus e os limites das vacinas frente às novas variantes dos vírus. Essa discussão permite compreender por que para algumas doenças devemos tomar vacinas várias vezes ao longo de nossas vidas. Os cinco livros didáticos trazem o exemplo do vírus da gripe para exemplificar o processo de mutabilidade e produção de variantes.

LD12: Certos tipos de vírus, como o da gripe, sofrem mutações genéticas com mais frequência. Isso resulta em uma variedade de tipos de um mesmo vírus, dificultando a fabricação de vacinas eficientes contra as doenças que eles provocam. Nesse caso, são necessárias atualizações das vacinas em centros de pesquisa com base nos tipos

e subtipos identificados em novos casos da doença. (PEREIRA et al., 2018 p. 76)

Em relação a explicação do que é soro (C06), sete livros trazem essa discussão, que é abordada por meio da diferenciação entre vacinas e soros, pelo modo de produção do soro terapêutico, pela utilização do soro em doenças com evolução rápida, isto é, que não dá tempo para o sistema imunológico preparar-se para a defesa, e pelos exemplos de situações em que o soro é utilizado, tais como mordidas de serpentes, picadas de escorpião e aranhas, doenças como tétano, raiva, difteria e botulismo.

LD06: [...] As vacinas estimulam a produção de anticorpos pelo sistema imunitário, falando-se em **imunização ativa**, pois é o corpo que vai reagir e produzir esses anticorpos. Os soros, por sua vez, já contêm os anticorpos contra a doença, sendo de efeito curativo, e não preventivo; neste caso, fala-se em **imunização passiva**, pois não é o corpo que vai produzir os anticorpos, ele os receberá prontos. Para a fabricação dos soros, utilizam-se cavalos, pois são animais de grande porte que podem produzir grandes quantidades de anticorpos. Inoculam-se nesses animais culturas diluídas com antígenos, que podem ser o agente causador de doenças ou o veneno diluído de animais peçonhentos, como algumas serpentes e aranhas. [...] Além dos soros contra mordida de serpentes (antiofídicos) e contra picadas de aranhas e escorpiões, há também a produção de soros contra infecções: antitetânico (para o tratamento de tétano), antirrábico (para o tratamento da raiva humana), antidiftérico (para o tratamento da difteria) e antibotulínico (para o tratamento de alguns tipos de botulismo). (LOPES, AUDINO, 2018 p. 80).

Na categoria sistema imunitário (C07) incluímos partes dos textos que detalham como funcionam os mecanismos de defesas do nosso corpo, considerando fragmentos que discorrem sobre as primeiras barreiras contra antígenos, como a pele e as mucosas, além do funcionamento do sistema imunitário inato e do adaptativo, com a produção de anticorpos e células de memórias. Dos livros analisados, somente o LD02 não apresenta fragmentos textuais relacionados com a CA07. LD03 e LD05 apenas citam o sistema imunitário,

não detalhando seu o funcionamento. O LD12 define conceitos como anticorpo, antígeno e imunidade no glossário do capítulo que traz elementos sobre a vacinação, porém, assim como o LD03 e o LD05, ele não discorre sobre o funcionamento do sistema imunitário. Os livros LD01, LD04, LD06, LD07, LD09, LD10 e LD11 abordam conceitos e discorrem sobre o funcionamento do sistema imunitário, dentre os conceitos citados estão os tipos de imunidade, sendo a mais comentada a imunidade ativa.

LD04: A imunização, ou aquisição de imunidade, pode ocorrer de forma natural ou artificial e pode ser ativa ou passiva. Imunização natural ativa ocorre quando o contato com antígenos faz com que o organismo responda formando anticorpos específicos para a defesa. Assim, se o organismo teve contato com o vírus da catapora, por exemplo, houve produção de anticorpos específicos que o combateram. Anos após a cura da doença, o corpo ainda tem a memória do processo de formação daqueles anticorpos, o que significa que ele adquiriu imunidade. (USBERCO et al., 2018 p. 176)

Dois livros (LD04 e LD10) explicam a respeito das barreiras físicas do organismo, por exemplo, LD04 cita a pele e o próprio revestimento do sistema respiratório como barreiras mecânicas de defesa. Dentre os livros que apresentam com mais detalhes a descrição de sistema imunitário estão os livros LD01, LD04, LD06 e LD07. Três livros discorrem sobre a importância das doses de reforço para a imunização dos organismos, referindo-se ao funcionamento do sistema imunitário, sendo os livros LD04, LD06 e LD07.

Para a categoria “Doenças”, encontramos registros relacionados à prevenção de doenças por meio de vacinas e a indicação de doenças para as quais não existem vacinas. A partir da análise dos livros didáticos foi possível verificar que todos os livros analisados apresentam fragmentos textuais relacionados com a categoria CA08 – doenças. O livro LD08 apresenta o capítulo intitulado “Doenças Transmissíveis”, com textos explicativos de doenças causadas por vírus e bactérias imunopreveníveis, doenças que não apresentam vacinas como forma de

prevenção e doenças que podem acometer o ser humano e que apresentam a vacinação de animais como forma de prevenção.

LD08: “Doenças causadas por vírus”. O sarampo, a rubéola, a catapora e a caxumba são doenças virais comuns em crianças. Elas geralmente se curam sozinhas depois de alguns dias, mas podem ter algumas complicações que exigem cuidados médicos. Todas elas podem ser prevenidas por meio de vacinação (...). (GEWANDSZNAJDER, PACCA, 2018 p. 146).

Os livros LD01 e LD09 citam varíola e poliomielite como exemplos de doenças erradicadas por meio da vacinação e sarampo, tuberculose e rubéola como exemplos de doenças controladas e comenta sobre a ausência de vacinas para prevenção da febre Chikungunya e da Zika. O LD09 também traz uma atividade que contém um texto explicativo sobre o Papilomavírus humano (HPV).

LD12 discorre sobre a rubéola, a rubéola congênita, a hepatite A, a febre amarela relacionando a doença com as campanhas de vacinação, cita a tuberculose e o tétano, e cita a febre tifoide como uma doença que apresenta vacina, porém sua indicação se dá para aqueles que podem estar expostos à doença ou então viajando para áreas endêmicas. Além de exemplificar a febre Chikungunya e a Zyka como doenças que não apresentam vacinas como meio de prevenção. Os demais livros analisados citam algumas doenças preveníveis por meio de vacinas, mas não discorrem sobre as características das doenças como é caso dos livros LD02 e LD10. Já o LD07 cita que as vacinas previnem doenças, porém não discorre e não cita nenhuma doença como exemplo enquanto que o livro LD11 cita a catapora em uma atividade.

Na categoria “Políticas Públicas” encontramos o maior número de registros. No conjunto das obras foram abordadas as temáticas de: campanhas de vacinações nacionais; carteira de vacinação; calendário nacional de vacinação (inclusive para demandas específicas como a

vacinação de jovens, idosos e povos indígenas); a importância das campanhas de vacinação para a erradicação de doenças como varíola e poliomielite; a importância do Sistema Único de Saúde (SUS), das Unidades Básicas de Saúde (UBS) e do Programa Nacional de Imunizações (PNI); o papel da vacinação na queda da mortalidade; papel da Fundação Oswaldo Cruz e do Instituto Butantan para produção de vacinas; explicação do que são políticas públicas. Uma ênfase especial foi dada às campanhas de vacinação, as quais foram mencionadas em todos os livros. Também teve destaque o Calendário Nacional e a Carteira de vacinação, abordados pela maior parte dos livros. ABE (2020) ressalta que parte dos livros analisados articulou a questão de saúde pública ao contexto local e regional dos alunos, aproximando a temática ao cotidiano.

Foi mencionado por seis livros (LD04; LD06; LD07; LD08; LD10; LD11) o Programa Nacional de Imunizações (PNI), o qual apresenta um dos itinerários públicos de vacinação dos mais vastos do mundo e conquistou seu prestígio com suas políticas públicas gratuitas e de qualidade para a população infanto-juvenil do Brasil (DOMINGUES, TEIXEIRA, 2013). No entanto, o programa também fornece vacinas aos idosos, gestantes e pessoas com maior risco de infecções pelas doenças (DOMINGUES, TEIXEIRA, 2013). Segundo HOCHMAN (2011), as estratégias do PNI no Brasil fizeram com que não houvesse grandes contradições populares após a revolta da vacina, criando uma cultura de prevenção a doenças pela vacinação.

LD06: Como parte das medidas de promoção da saúde e prevenção de doenças, em 1973, o Ministério da Saúde determinou a formulação do Programa Nacional de Imunizações (PNI), que oferece, de forma gratuita, vacinas de segurança comprovada pela Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa). [...] Graças à vacinação, o Brasil conseguiu a erradicação da poliomielite e da varíola. Além disso, houve redução dos casos e de mortes derivadas de doenças como sarampo, rubéola, tétano, difteria e coqueluche. Visando à efetiva participação da população no programa de

vacinação, o Ministério da Saúde promove campanhas de vacinação em datas que constam do calendário oficial de vacinações. [...] O Calendário Nacional de Vacinação é elaborado levando em conta os riscos de transmissão de doenças na população, a vulnerabilidade e as especificidades sociais, com orientações diferenciadas para crianças, adolescentes, adultos, gestantes, idosos (pessoas acima de 60 anos de idade) e povos indígenas. [...] (LOPES, AUDINO, 2018 p. 76)

Apesar do sucesso do PNI, nos últimos anos estamos vivenciando aspectos como a queda da cobertura vacinal (BURTET, FONTANELA, MAROCCO, 2021). Esse ponto também foi abordado pelos livros didáticos LD05, LD08, LD09 e LD10.

Na categoria “Produção tecnológica” tivemos registros para seis livros (LD01; LD02; LD04; LD08; LD09; LD10), os quais, em geral, contemplaram a produção de vacinas e soros como um desenvolvimento tecnológico (LD01, LD02, LD04, LD8 e LD09) e ressaltaram o papel de institutos de pesquisas, tais como Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) (LD04 e LD10) e o Instituto Butantan (LD08). Podemos ver um trecho que destaca a importância do Instituto Butantan como maior produtor nacional de soros e vacinas:

LD08: [...] O Instituto Butantan é o principal produtor de imunobiológicos do Brasil, responsável por grande porcentagem da produção nacional de soros hiperimunes e grande volume da produção nacional de antígenos vacinais, que compõem as vacinas utilizadas no Programa Nacional de imunizações – PNI, do Ministério da Saúde. As atividades de desenvolvimento tecnológico na produção de insumos para a saúde estão associadas basicamente à produção de vacinas, soros e biofármacos para uso humano. Sua principal missão institucional é, portanto, atender às demandas primordialmente voltadas para a saúde pública, contribuindo com o Estado no contínuo esforço de prover o bem-estar da população. [...] INSTITUTO BUTANTAN. O Butantan. Disponível em:
<<http://www.butantan.gov.br/butantan/Paginas/def>

ault.aspx>. Acesso em: 10 out. 2018. (GEWANDSZNAJDER, PACCA, 2018 pp. 142-143)

Na última categoria “Movimento antivacina e Fake News”, consideramos textos que apresentam informações sobre a queda da imunização de algumas doenças em decorrência da hesitação vacinal e/ou por notícias falsas. A partir da análise identificamos que sete livros apresentam textos ou fragmentos textuais que se enquadram nessa categoria, sendo eles: LD1, LD2, LD4, LD7, LD8, LD10 e LD12.

LD08: Em um momento tão crucial para a saúde da população, diversas notícias falsas dificultam a adesão da população à vacinação contra a febre amarela. O site “Boatos” listou as sete mentiras sobre a febre amarela “que sempre enganam os menos informados”, tais como “Febre amarela é uma farsa criada para vender vacinas” ou “Médico de Sorocaba diz que vacina paralisa o fígado” ou “Própolis espanta o mosquito da febre amarela”, são alguns exemplos que circulam nas mídias sociais, [...] causando muita confusão e fazendo com que algumas pessoas fiquem em dúvida se devem ou não se vacinar. (GEWANDSZNAJDER, PACCA, 2018 p. 66)

O LD1 traz um texto explicativo sobre o termo Fake News, seguido de um texto sobre a febre amarela e a hesitação vacinal da população contra essa vacina a partir do compartilhamento de notícias falsas. Além disso, o livro apresenta questões problematizadoras que possibilitam ao aluno o desenvolvimento de respostas pessoais a partir dos textos. Assim como o LD1, os livros LD4, LD10 e LD12 também apresentam textos que abordam o compartilhamento de mensagens falsas. Os livros LD2, LD7 e LD8 trazem textos informativos sobre o movimento antivacina desencadeado pela publicação de Andrew Wakefield:

LD07: O movimento antivacina ganhou força a partir de 1998, quando o pesquisador britânico Andrew Wakefield publicou um estudo que relacionava a vacina Tríplice Viral (contra sarampo, caxumba e rubéola) ao autismo. Diversas pesquisas posteriores nunca acharam qualquer ligação entre a vacina e o autismo, e em 2010 uma comissão de ética descobriu que Wakefield havia falsificado dados de seu estudo. Wakefield teve sua licença

médica cassada e o estudo foi retirado das publicações. (THOMPSON, RIOS, 2018 p. 266).

As pesquisas científicas ainda apontam a grande quantidade de sítios virtuais com o tema antivacina, a alta proliferação de informações equivocadas bem como o apelo emocional dos argumentos e o caráter de conspiração dos governos e indústrias farmacêuticas (BARBIERI, COUTO, MOTTA, 2015). MELO, BROIETTI, SALVI (2021) ao analisarem uma publicação audiovisual com discurso antivacina, chamam atenção para três principais apontamentos contidos na análise, sendo eles: a divergência frontal em relação à Ciência; a intenção não somente de divulgar ideias, mas de transformá-las em exclusivas e surpreendentes; e o caráter ideológico do discurso antivacina. Esses aspectos estão relacionados ao processo de hesitação vacinal.

4. Considerações finais

O presente artigo investigou como o tema vacina é abordado nos livros didáticos de ciências do sétimo ano do ensino fundamental da educação brasileira, aprovados pelo PNLD para o período de 2020 a 2024. Após as análises constatamos que todos os livros aprovados pelo programa contemplam a temática vacinação. Foi possível verificar que elementos que caracterizam a vacinação como Política Pública se destacam nos livros analisados, sendo abordados textos relativos ao Programa Nacional de Imunização e ao calendário vacinal para diferentes faixas etárias e especificidades. Textos relacionados às doenças imunopreveníveis também aparecem com frequência nos livros analisados, com viés para a importância da vacinação como forma preventiva de algumas doenças e para a erradicação de doenças como a varíola e poliomielite.

Textos com questões problematizadoras sobre a hesitação vacinal, movimento antivacina e Fake News também foram abordados nos livros analisados. Entretanto, discussões mais aprofundadas a respeito do fenômeno mundial de hesitação vacinal e o risco para coletividade

foram pouco abordadas. Essa importante temática também não foi abordada por todos os livros. Uma temática que não apareceu nas obras, foram as possíveis reações adversas das vacinas que podem ocorrer em alguns casos, por exemplo, para pessoas que tem alergias a certos componentes e que ficam protegidas pela vacinação coletiva da população (SANTO, 2021).

As categorias que apresentaram menores frequências foram as que dizem respeito a capacidade das vacinas frente a novas variantes, aos tipos de vacinas e à produção tecnológica. Essas são questões que estão em destaque nos últimos anos devido a pandemia da Covid-19, quando a visibilidade da produção tecnológica a respeito das vacinas se fez presente intensamente nos meios de comunicação. Assim, possivelmente essas temáticas podem aparecer com mais intensidade nos próximos livros textos.

A partir da análise apresentada, de forma geral, podemos considerar que a temática vacinação é abordada a partir de subsídios teóricos que articulam aspectos conceituais, históricos e socioambientais em uma perspectiva de saúde pública, enfatizando aspectos relativos à saúde como um bem individual e coletivo.

5. Referências

- ABE, R. S. (2020) *Percepções acerca do conteúdo de vacinação em livros didáticos de Ciências*. Trabalho de Especialização em Ensino de Ciências. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR.
- BARBIERI, C. L. A.; COUTO, M. T.; MOTTA, A. (2015). As vacinas e as doenças infectocontagiosas infantis: explorando a relação indivíduo família-sociedade numa perspectiva sócio-histórica. In: MOTTA, A.; MARINHO, M. G. S. M. C.; BERTOLLI FILHO, C. (Orgs). *As enfermidades e suas metáforas: epidemias, vacinação e produção de conhecimento*. Casa de Soluções e Editora. São Paulo: Brasil. pp. 189-203.
- BARDIN, L. (2011) *Análise de conteúdo*. Edições 70. São Paulo: Brasil.

- BATISTELLA, C. E. C. (2007). Abordagens contemporâneas do conceito de saúde. EPSJV.
- BELTRÃO, R. P. L.; MOUTA, A. A. N.; SILVA, N. S.; OLIVEIRA, J. E. N.; BELTRÃO, I. T.; BELTRÃO, C. M. F.; FONTENELE, S. M.; DA SILVA, A. C. B. (2020). Perigo do movimento antivacina: análise epidemio-literária do movimento antivacinação no Brasil. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 20, n. 6, pp. 1-8. 2020.
- BRASIL. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ministro da Educação Brasília.
- BURTET, G.; FONTANELA, C.; MAROCCO, A. de A. L. (2022) Movimentos antivacinas: ameaça para a saúde pública. *Conjecturas*, v. 21, n. 5, pp. 36-51..
- CANTO, E. L do.; CANTO, L. C. (2018). *Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano*. Vol. 1. 6 ed. Moderna. São Paulo: Brasil.
- CARDOSO, V. M. V. DE S.; BIANCO, E.; ACCORDI, N. Q.; PIMENTEL ÁGATA B. N. M.; LOURENÇO, F. DA S.; CRESSONI, V. D.; MIRANDA, A. C. F. R.; MILAGRES, C. S. (2021). Vacinas e movimentos antivacinação: origens e consequências. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, v. 21, e6460. <https://doi.org/10.25248/reac.e6460.2021>.
- CARNEVALLE, M. R (2018). (ed.). *Araribá Mais: ciências, manual do professor*. Moderna. São Paulo: Brasil.
- CAVALLI, M. B (2017). *A mulher na ciência: investigação do desenvolvimento de uma sequência didática com alunos da educação básica*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, Brasil.
- DOMINGUES, C. M. A. S.; TEIXEIRA, A. M. D. S. (2013). Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 22, n. 1, pp. 9-27.
- DOMINGOS, M. O.; ANNA, O. A. Sant'. (2008). Vacinas. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. (ed.). *Microbiologia*. Atheneu. São Paulo: pp. 227-250.
- FONSECA, E. M. da.; DUSO, L. (2020). A discussão do movimento antivacina para uma formação crítica: implicações no ensino de ciências através das controvérsias sociocientíficas. *Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 1, pp. 7-12. 2020. <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3972/2651>
- GERAQUE, E. (2021). A primeira vacina de DNA. *Revista Pesquisa Fapesp*, 2021. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-primeira-vacina-de-dna/>
- GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.(2018). *Teláris: 7º ano ensino fundamental, anos finais*. Vol. 1. 3 ed. Ática. São Paulo: Brasil. 2018.
- GODOY, L. P de. (2018). *Ciências vida & universo: 7o ano ensino fundamental - anos finais*. FTD. São Paulo: Brasil.
- GUESHI, A. H. M.; CUNHA, F. B. da. (2021). O conceito de vacina: uma análise em livros didáticos. In: *Atas do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. pp. 1-7. Disponível em <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76247>
- HIRANAKA, R. A. B.; ABREU, T. M de. (2018). *Inspire Ciências: 7o ano ensino fundamental anos finais*. FTD. São Paulo: Brasil.
- HOCHMAN, G. (2011). Vacinação, varíola e a cultura da imunização no Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 2, pp. 375-386. 2011.
- LOPES, S.; AUDINO, J. (2018). *Inovar: ciências da natureza*. Saraiva. São Paulo: Brasil.
- LUIZ, A. C. G. R.; CAIXETA, B. S.; CRUVINEL, M. F.; ANJOS, S. P. A.; BRAGA, S. G.; ALMEIDA, K. C.; RABELO, M. R. G.; AMÂNCIO, N. de F. G. (2021). Movimento Antivacina: a propagação de uma distopia que ameaça a saúde da população brasileira. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 1, pp. 430-441.
- MELO, L. W. S de.; BROIETTI, F. C. D.; SALVI, R. F.(2021). Análise do discurso de uma publicação 'antivacina' no youtube e algumas reflexões para a educação em ciências. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 2, pp. 111-131.
- MICHELAN, V. S.; ANGELO, E. A. (2018). *Convergências Ciências*. SM. São Paulo: Brasil.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. PNLD. s/a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pnld/apresentacao>
- NERY, A. L. P.; CATANI, A.; FAGIONATO, S. (2018). *Geração Alpha Ciências*. SM. São Paulo.
- PEREIRA, A. M. Dos S.; BEMFEITO, A. P. D.; PINTO, C. E. C.; WALDHLM, M. C. V.; ARCANJO FILHO. M. (2018). *Apoema Ciências*. SM. São Paulo: Brasil.
- RAZERA, J. C. C.; TEIXEIRA, P. M. M.; CAMPOS, M. C.; CONTI, S. R.; ARRUDA, M. S. P.

- (1999). Aspectos evolutivos do conceito de vacina nos livros didáticos do ensino fundamental. In *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Valinhos, São Paulo. pp. 1-11. Disponível em <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A30.pdf>
- RUDEK, K.; HERMEL, E do. E. S. (2021). Abordagens de saúde nos livros didáticos de ciências: investigando as infecções sexualmente transmissíveis. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 16, n. 3, pp. 651-668.
- SANTO, L. C. do E. (2021). *Movimento antivacina e os impactos na saúde pública*. Trabalho de Graduação em Biomedicina. Centro Universitário de Brasília, Brasília.
- SCHUELER, P. (2018). *Dose fracionada da vacina para febre amarela garante imunidade prolongada*. Fiocruz. Disponível em <https://portal.fiocruz.br/noticia/dose-fracionada-da-vacina-para-febre-amarela-garante-imunidade-prolongada>
- SILVA, T.; ALMEIDA, E. (2021). Vacinas sars-cov-2: principais características e perspectivas futuras: revisão da bibliografia. Higeia: *Revista Científica da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias*, n. esp., pp. 57-65.
- SILVA, J. L. de C.; FERNANDES, M. W.; ALMEIDA, R. L. F. de. (2015). *Estatística E Probabilidade*. Vol. 1. 3 ed. Educere. Fortaleza: Brasil. Disponível em <https://educapes.capes.gov.br/>
- SOARES, M. A. P.; MARQUES, C. V. V. C. O. (2018). O tema vacinas em livros didáticos de ciências naturais: uma análise sob a ótica da história das ciências. *Revista Prática Docente*, v. 3, n. 2, pp. 681-699.
- SOUZA, C.; PIETROLOCA, M.; FAGIONATO, S. (2018). *Tempo de Ciências*. Editora do Brasil. São Paulo: Brasil.
- SUCCI, C. de M.; WICKBOLD, D.; SUCCI, R. C. de M. (2005). A vacinação no conteúdo de livros escolares. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 51, n. 2, pp. 75-79.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P. (2018). *Observatório Ciências. Moderna*. São Paulo: Brasil.
- USBERCO, J.; MARTINS, J. M.; SCHECHTMANN, E.; FERRER, L. C.; VELLOSO, H. M. (2018). *Companhia das Ciências*. Vol. 1. 5. ed. Saraiva. São Paulo: Brasil.





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20239>



INSTRUMENTO PARA POTENCIAR NOCIONES INTUITIVAS DEL CÁLCULO DE VOLÚMENES DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS INDIVISIBLES DE CAVALIERI

INSTRUMENT TO ENHANCE INTUITIVE NOTIONS OF VOLUME CALCULUS FROM THE PERSPECTIVE OF CAVALIERI'S INDIVISIBLES

INSTRUMENTO PARA APRIMORAR NOÇÕES INTUITIVAS DE CÁLCULO DE VOLUME NA PERSPECTIVA DOS INDIVISÍVEIS DE CAVALIERI

Angie Daniela Pinilla Castañeda*, Alejandra Díaz Hernandez**  Cristian Daniel Castellanos*** 

Como citar este artículo: Pinilla, A., Díaz, A., Castellanos, C. (2024). Instrumento para potenciar nociones intuitivas del cálculo de volúmenes desde la perspectiva de los indivisibles de Cavalieri. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 88-102. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20239>

Resumen

La enseñanza sistemática y teórica que se ha dado del cálculo en la educación básica y media, responde principalmente al uso y memorización de fórmulas matemáticas totalmente formales, inconexas de la realidad y faltantes de una significativa comprensión. Ante esta situación, el presente artículo centra su interés en el diseño y aplicación de un Instrumento manipulativo tangible teniendo como inspiración la perspectiva de “indivisibles” de Cavalieri, de tal manera que promueva actividades matemáticas e ideas intuitivas hacia procesos de aprendizaje significativo de la integral respecto al cálculo y comparación de volúmenes; caracterizando e interpretando los procesos intuitivos en la enseñanza de la integral, así como las actividades matemáticas emergentes. Lo anterior parte de una metodología cualitativa e interpretativa, mediante la cual se aplica el recurso sobre un grupo de estudiantes de grado once, mediados por diferentes actividades y preguntas orientadoras a lo largo del estudio, mismas que generaron discusión y evidencias de nociones primarias de límite, infinito (potencial y actual) e infinitesimal, vinculadas a la caracterización epistémica de la integral, al dejarse guiar por la percepción y manipulación; asimismo, se expresaron algunas generalizaciones en cuanto al cálculo de volúmenes. Finalmente, se considera que fomentar el uso no solo del recurso diseñado, sino de cualquier tipo de instrumento cuya construcción y manipulación involucren una

Recibido: Diciembre 2022; Aprobado: Septiembre 2023

* Docente Licenciado en Matemáticas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, pinillaangie05@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2142-0832>

** Docente Licenciado en Matemáticas; Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, aleja011799@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4445-881X>

*** Docente Licenciado en Matemáticas; Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, cristianz300@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0668-1217>

conexión directa con los desarrollos históricos primarios de manera consciente o inconsciente, genera en los sujetos perspectivas inicialmente intuitivas que potencializan los significados asociados a la integral para el cálculo de volúmenes, dotando igualmente de diferentes sistemas de representación los múltiples conceptos matemáticos puestos en juego para dar respuesta a las preguntas orientadoras durante el desarrollo de la actividad propuesta.

Palabras-Clave: Educación; matemáticas; didáctica; aprendizaje por descubrimiento; intuición; material didáctico.

Abstract

The systematic and theoretical teaching of calculus in elementary and secondary education is mainly based on the use and memorization of mathematical formulas that are totally formal, unconnected to reality and lacking in meaningful understanding. In view of this situation, this article focuses on the design and application of a tangible manipulative instrument inspired by Cavalieri's "indivisible" perspective, in such a way that it promotes mathematical activities and intuitive ideas towards meaningful learning processes of the integral with respect to the calculation and comparison of volumes; characterizing and interpreting the intuitive processes in the teaching of the integral, as well as the emerging mathematical activities. The above is based on a qualitative and interpretative methodology, through which the resource is applied on a group of eleventh grade students, mediated by different activities and guiding questions throughout the study, which generated discussion and evidence of primary notions of limit, infinity (potential and actual) and infinitesimal, linked to the epistemic characterization of the integral, when guided by perception and manipulation; also, some generalizations were expressed regarding the calculation of volumes. Finally, it is considered that encouraging the use not only of the designed resource, but of any type of instrument whose construction and manipulation involve a direct connection with the primary historical developments in a conscious or unconscious way, generates in the subjects initially intuitive perspectives that potentiate the meanings associated to the integral for the calculation of volumes, also providing different representation systems for the multiple mathematical concepts put into play to answer the guiding questions during the development of the proposed activity.

Keywords: Education; mathematics; didactics; learning by discovery; intuition; didactic material.

Resumo

O ensino sistemático e teórico do cálculo no ensino básico e secundário baseia-se principalmente na utilização e memorização de fórmulas matemáticas totalmente formais, sem ligação à realidade e sem compreensão significativa. Perante esta situação, este artigo centra o seu interesse na conceção e aplicação de um instrumento manipulativo tangível inspirado na perspectiva "indivisível" de Cavalieri, de modo a promover actividades matemáticas e ideias intuitivas para processos de aprendizagem significativa do integral no que diz respeito ao cálculo e comparação de volumes; caracterizar e interpretar os processos intuitivos no ensino do integral,

bem como as actividades matemáticas emergentes. O exposto baseia-se numa metodologia qualitativa e interpretativa, através da qual o recurso é aplicado a um grupo de alunos do décimo primeiro ano, mediado por diferentes actividades e questões orientadoras ao longo do estudo, que geraram discussões e evidências de noções primárias de limite, infinito (potencial e real) e infinitesimal, ligadas à caracterização epistémica do integral, quando orientadas pela perceção e manipulação; algumas generalizações foram também expressas em termos do cálculo de volumes. Por fim, considera-se que incentivar o uso não só do recurso concebido, mas de qualquer tipo de instrumento cuja construção e manipulação envolva uma ligação direta com desenvolvimentos históricos primordiais de forma consciente ou inconsciente, gera nos sujeitos perspectivas inicialmente intuitivas que potenciam os significados associados ao integral para o cálculo de volumes, proporcionando também diferentes sistemas de representação para os múltiplos conceitos matemáticos postos em jogo para responder às questões orientadoras durante o desenvolvimento da atividade proposta.

Palavras-Chave: Educação; matemática; didática; aprendendo pela descoberta; intuição; material didático

1. Introducción

La cotidianidad del ser humano se ve usualmente permeada por diferentes tipos de problemas, algunos de estos suponen una necesidad inmediata de los objetos ligados a las matemáticas, particularmente al cálculo. En este sentido, la apropiación de los objetos matemáticos requieren de una comprensión no solamente algorítmica sino conceptual, vinculando los aspectos más elementales del objeto ligados a la intuición, pues si bien, un sujeto puede aplicar conceptos matemáticos a ejercicios mecánicos y dar soluciones a los mismos, no sucede lo mismo cuando debe aplicarlos a otros contextos, es así como una verdadera comprensión surge cuando el objeto matemático es utilizado en múltiples contextos, transponiendo y adaptando los conceptos adquiridos previamente y no solamente en situaciones particulares.

Por tanto, en el aprendizaje del cálculo se manifiestan diversas dificultades frente a la óptima comprensión de elementos propios de este, como lo son las nociones de infinito, límite, continuidad y los conceptos de derivada e integral. Frente a esta última, se ha evidenciado que el proceso de enseñanza-aprendizaje se basa

en un enfoque puramente teórico, en la repetición de fórmulas y la memorización de leyes y propiedades, donde el estudiante no comprende el origen de su uso, la importancia y la aplicación de la misma en la geometría o en la vida real. Ante esto, Llorens y Santonja (citados en Cantoral y Cabañas, 2011) exponen que, para los estudiantes, la integral:

No comporta ningún proceso de convergencia ni tampoco ningún aspecto geométrico. Es, por tanto, un proceso puramente algebraico, más o menos complicado y, siempre, autocontenido, de modo que un estudiante puede conocer distintos métodos de integración e, incluso, saber aplicarlos con cierta soltura (integrales por partes, de funciones racionales, trigonométricas, etc.) y, al mismo tiempo, no ser capaz de aplicarlos al cálculo de un área o ignorar por completo qué son las sumas de Riemann, etc. (p. 21-22)

De este modo, la significación del objeto se ve arraigada a mecanismos de enseñanza repetitivos que dificultan una transversalidad de los conceptos, así pues, la perspectiva de objetos matemáticos como la integral, lejos de guardar sentido para el estudiante, resultan abstractos y aplicados solamente en condiciones específicas, pues para ellos no existe relación alguna entre, por ejemplo, las integrales definidas y el área,

dado que se mantiene solo un enfoque algebraico y sistemático del concepto.

Es entonces, precisamente en la educación secundaria cuando se manifiesta de manera directa una matemática formal en el sentido algebraico, la cual genera que el estudiante comprenda las nociones desde una perspectiva abstracta y un razonamiento en términos proposicionales, dirigidos por reglas lógicas como: principios, leyes, teoremas y fórmulas, para emplearlos en situaciones particulares, dejando de lado la intuición, la experiencia y las conjeturas que permitieron que esa matemática formal sea lo que es ahora y, a su vez, ocasionando una comprensión como un proceso mecánico y no como un aprendizaje significativo y constructivo. Dado lo anterior, recae la importancia de posibilitar estos procesos desde la enseñanza de los elementos iniciales del cálculo, buscando preponderantemente nuevas orientaciones en las metodologías empleadas para el abordaje de la integral en el aula, como puede ser el potencializar las prácticas matemáticas a partir de elementos desarrollados a lo largo de la historia, donde el estudiante pueda generar perspectivas de intuición y formalización en el desarrollo de este.

Bajo esta idea, durante el seminario de “didáctica del cálculo” de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se diseña un instrumento/actividad didáctica que fomenta los razonamientos intuitivos de los estudiantes a partir de la manipulación de recursos tangibles, elaborados específicamente para orientar las concepciones de los objetos matemáticos hacia los planteamientos desarrollados por Cavalieri respecto al cálculo de volúmenes. En este sentido, el presente artículo centra su estudio en la construcción de un instrumento tangible, que inspirado bajo perspectivas históricas-epistémicas de los razonamientos Cavalieri, busca enseñar a estudiantes de grado once el concepto de integral, con el fin de promover en los alumnos elementos intuitivos propios del objeto matemático en cuestión. Asimismo, se

analizan las actividades matemáticas que surgen en la manipulación del instrumento, según la clasificación de Giaquinto (2005) y los procesos de intuición.

En este sentido, se plantea un análisis de los procesos llevados a cabo por los estudiantes durante la aplicación de la actividad/instrumento, siendo esta una propuesta didáctica enfocada al cálculo de volúmenes de sólidos, que vincule los primeros acercamientos intuitivos de los estudiantes de este objeto, hasta llegar a unas primeras generalizaciones del concepto de la integral para el cálculo de volúmenes, favoreciendo sobre todo los procesos mentales a partir de la manipulación de materiales didácticos concretos, pues como lo afirma Gómez (2000):

Tenemos intuición porque tenemos representaciones mentales de los objetos matemáticos. Adquirimos estas representaciones no por memorización de fórmulas verbales, sino a través de reiteradas experiencias (en el nivel elemental, la experiencia de la manipulación de objetos materiales; en un nivel superior, la experiencia de resolver problemas y de descubrir cosas por nosotros mismos). (p.30)

De acuerdo con lo anterior, estas primeras representaciones mentales intuitivas a partir de objetos tangibles y la experimentación con los mismos, darán paso a tener una comprensión significativa del estudio de volúmenes de sólidos, cuando este se manifieste en un nivel superior.

2. Marco referencial.

La enseñanza del cálculo en la educación formal presenta una serie de complicaciones que lleva a dar interpretaciones sumamente abstractas de los conceptos asociados, dificultando su enseñanza y aprendizaje. Respecto a esto, diversos autores como Artigue (2001) o Salinas y Alanís (2009), concuerdan en que la comprensión de la mayoría de los estudiantes frente a un elemento como la integral tiene una serie de vacíos conceptuales que imposibilita su apropiación e interiorización. Del mismo modo, mencionan que el principal

factor que determina esta serie de dificultades en el entendimiento de los alumnos, refiere justamente a los métodos de enseñanza empleados por los docentes, los cuales priorizan el tratamiento algorítmico, algebraico y repetitivo. En palabras de Artigue (2003):

La mayoría de los alumnos piensa que la forma más segura de enfrentarse con éxito a este dominio no es intentar comprender, sino simplemente comportarse mecánicamente. Me gustaría añadir que no tenemos que ver esto como una especie de fatalidad cognitiva. Simplemente observamos las formas económicas de adaptación de nuestros alumnos a prácticas docentes inadecuadas. (p. 124)

Referente a lo anterior, Piccone (2007), retoma los planteamientos de Duval respecto a las representaciones semióticas, pues según este, en la enseñanza de las matemáticas, el dominio de múltiples registros de representación para un mismo objeto es garante de un nivel de comprensión mayor que le permite a los estudiantes el desarrollo de un aprendizaje significativo, así como la reestructuración de su estructura cognoscitiva. Según esto, “para analizar las dificultades en matemáticas, es necesario estudiar las conversiones de representaciones y no los tratamientos, debido a que la capacidad de convertir representaciones implica la coordinación de las mismas” (p. 38).

2.1. Los recursos didácticos en la enseñanza de las matemáticas

Dadas estas consideraciones, es importante contemplar el papel de los recursos didácticos necesarios para la implementación de una propuesta de enseñanza, pues particularmente en la educación matemática, el uso de estos conjuntamente con situaciones problema pertinentes, permite una mejor comprensión de los objetos, facilitando herramientas que orienten los razonamientos a una perspectiva intuitiva, logrando asociar los enfoques numéricos, algebraicos y gráficos en pro de un aprendizaje significativo (García y José, 2013). En este sentido la clasificación propuesta por Godino, Batanero

& Font (2003) expone que los recursos didácticos se pueden dividir en dos tipos: el primero se define como “ayudas al estudio” y el segundo como “Materiales manipulativos que apoyan y potencian el razonamiento matemático” (p. 128) Este último se subclasifica en dos tipos de materiales:

- Manipulativos tangibles: Entendiéndose como aquellos donde se desarrolla la percepción táctil (regletas, ábacos, origami, etc.)
- Manipulativos gráfico-textuales-verbales: Aquellos en los que interviene la percepción visual y/o auditiva (gráficos, símbolos, videos, juegos digitales)

Respecto a estos recursos en la educación matemática López, Balletbo y Fernández (2003) expresan que “la manipulación, el tacto, la vista y el dibujo deben permitir al alumno habituarse a las figuras, formas y movimientos de su entorno para posteriormente establecer las abstracciones correspondientes” (p. 27). Por su parte, Moreno y Farah y Bahirahand y Zuraida (Citados en Meza, 2020) afirman que “si en la escuela se utilizan adecuadamente los materiales manipulativos, se lograrán aprendizajes significativos, producto de las interacciones entre el estudiante y los materiales manipulativos, lo cual permitirá, avanzar a una representación gráfica y luego simbólica” (p. 23). Así pues, dentro de la propuesta de enseñanza es necesario facilitar a los estudiantes la posibilidad de contar con diferentes herramientas que les permitan modelar e interpretar una situación problema, pasando desde lo concreto y manipulativo a lo abstracto y formal.

Del mismo modo, las dificultades que involucra el aprendizaje de este concepto (integral) se encuentran mediadas por otro factor como lo es la secuencia de actividades en el contexto. Respecto a esto Artigue (2003) expone que el planteamiento del trabajo a desarrollar por los alumnos debe permitir una misma interpretación para múltiples contextos, de tal manera que estén en condiciones de comparar los procesos de solución desarrollados para su análisis, esto con el objetivo de convertir el proceso integral en una herramienta explícita.

2.2. Procesos intuitivos y perspectiva de Cavalieri en el contexto del cálculo

Referirse a la enseñanza de un concepto matemático como lo es la integral en el cálculo, inherentemente implica el estudio de los procesos coextensivos de intuición y formalización, pese a que la propuesta de actividad no busca el formalismo de la integral, se centra su atención en generar comprensiones intuitivas por parte de los estudiantes que influyan hacia la significación de objetos en el cálculo, pues Armella (2014), critica duramente el programa académico tradicional centrado en el formalismo:

[...] dicho programa se impulsó desde una epistemología de las matemáticas alejada del naturalismo que animaba a los desarrollos de la primera edad del cálculo. Más adelante podremos regresar al análisis de dicha epistemología, pero de inmediato queremos señalar que ese cambio de marco epistémico, al trasladarse a la enseñanza, generó y sigue generando desequilibrios graves en los procesos de aprendizaje. (p. 190)

Así pues, al priorizar estos elementos de análisis se caería en el recurrente error de la educación tradicional, que invisibiliza el enfoque constructivo del conocimiento para dar paso a elementos refinados, estáticos, abstractos y descontextualizados.

Dado lo anterior, es importante señalar que se entienden estos dos conceptos (intuir y formalizar) como extremos de un mismo proceso coextensivo. No obstante, el instrumento propuesto centra sus alcances en generar perspectivas intuitivas en los alumnos, sin que esto sea un compromiso para desarrollar procesos de formalización en los mismos. De este modo, la intuición está definida como las interpretaciones o juicios iniciales que tiene el individuo frente a una situación problema basado en sus experiencias y conocimientos previos. Respecto a esto, Ruiz (2003) retoma los planteamientos de Kant, afirmando así que “La noción de construcción va unida a la de intuición; hacer matemáticas es construir en la intuición” (p. 493). Igualmente expone que “Kant

apunta a la intervención de un objeto en las conexiones deductivas, y llama intuición a la capacidad o condición que hace posible eso.”

En este sentido, refiriéndose a las instancias iniciales del cálculo, siendo estas el trabajo sobre límites, derivadas e integrales (en su estado primitivo), podrían asumirse como pensamientos intuitivos aquellos asociados a los razonamientos deductivos de los individuos frente a una situación problema, tales como la tendencia a un punto, la idea primaria de infinito (potencial y actual) y la sumatoria de secciones planas para completar un sólido, siguiendo los pensamientos de Cavalieri.

Este último autor, usando el concepto de "indivisible" desde la dimensionalidad y la completez de cantidades, buscaba encontrar un procedimiento más general y riguroso del cálculo de áreas de figuras planas y volúmenes de sólidos, para ello, consideraba que las figuras geométricas estaban conformadas por indivisibles de dimensión menor a la inicial. En este sentido, las líneas estaban conformadas por puntos, las figuras planas por rectas equidistantes de una recta dada y los sólidos estaban compuestos por planos paralelos a una determinada base (Barrios, s.f). Por lo cual, la medida de una longitud, una superficie o un volumen estaba relacionado con la suma de pequeñas secciones que pudieran considerarse indivisibles.

2.3. Actividad matemática

Según afirman Ocampo-Arenas, Parra-Zapata y Villa-Ochoa (2020), la actividad matemática es un concepto sumamente amplio que ha sido centro de estudio tanto en aspectos vinculados a las matemáticas escolares, como a la filosofía de las matemáticas, estos autores aseguran que según el enfoque que se dé a este campo las implicaciones en el aula de clase varían.

En este sentido, se consideran los planteamientos de Ponte (2004) quien entiende la Actividad Matemática como las acciones realizadas por los

estudiantes al enfrentarse con una tarea propuesta por el docente o el alumno, del mismo modo, afirma que la resolución de esta tarea es el objetivo de la actividad matemática. En sus palabras:

[...] La tarea puede ser formulada por el profesor y propuesta al alumno, puede surgir por iniciativa del propio alumno y hasta puede ser negociada entre el profesor y el alumno. En cualquiera de ambos casos, cuando un alumno está implicado en la actividad matemática, está realizando cierta tarea. El profesor no dispone de medios para intervenir directamente en la actividad del alumno, pero puede y debe preocuparse de la formulación de las tareas, del modo de proponerlas y de dirigir su realización en el aula. (p. 26)

Este planteamiento es respaldado por Obando (2015), para quien la actividad matemática del estudiante y del docente van ligadas, dado que las acciones que los estudiantes realizan son definidas por las tareas que propone el docente. Es así como la actividad matemática es entendida como el conjunto de acciones que realizan los estudiantes en el abordaje y desarrollo de una situación problema, dichas acciones van ligadas a las capacidades, conocimientos y contextos en los que se desenvuelve el estudiante. En este sentido, y para fines del presente artículo, se tomará a consideración la caracterización de actividades matemáticas que propone Giaquinto (2005): descubrimiento, explicación, formulación, aplicación, justificación y representación, las cuales describen las acciones llevadas a cabo por los estudiantes ante diversas situaciones matemáticas propuestas.

3. Metodología

Se construye un instrumento didáctico inspirado en los planteamientos de los objetos del cálculo propuestos por Cavalieri, como medio de interacción manipulativa que permita a los participantes producir algunos primeros acercamientos intuitivos del concepto de integral en el cálculo de volúmenes, por lo cual, el trabajo de campo realizado responde principalmente a una investigación con enfoque netamente

cuantitativo, desde una perspectiva interpretativa, pues, de acuerdo con Maanen (citado en Bohórquez y Ortíz, 2020)

El método cualitativo puede ser visto como un término que cubre una serie de métodos y técnicas con valor interpretativo que pretende describir, analizar, decodificar, traducir y sintetizar el significado, de hechos que se suscitan más o menos de manera natural. (p.4)

Ahora bien Según Vain (2012) se deben considerar dos narrativas: las que hacen los participantes en cuanto a su práctica y los discursos que expresan; y las que hacen los investigadores, a partir de lo que observan, por lo cual “quien investiga puede describir e interpretar situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables; incorporando lo que las personas participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal y como los expresan” . (Fraile; Vizcarra, 2009, p. 121)

Asimismo, con el fin de mantener la rigurosidad en el estudio, se planteó previamente una serie de actividades conformadas por preguntas semiestructuradas que fueron discutidas entre los participantes y los moderadores (tabla 1), por lo cual, la técnica implementada para recoger la información se basó en la discusión grupal; Morgan (1998) indica que esta técnica permite recolectar la información por medio de la interacción de un tema particular entre un grupo de participantes y el investigador.

Las argumentaciones y explicaciones realizadas por los participantes en torno a las situaciones problema que planteaba el moderador, fueron también registradas textualmente y analizadas por los observadores. El análisis se basó principalmente, en la caracterización expuesta por Armella (2014) en cuanto a procesos de intuición y en Giaquinto (2005) respecto a las actividades matemáticas.

3.1. Participantes

Se seleccionó un curso particular de grado once pertenecientes al Colegio El Bosque, ubicado en la comuna cinco (San Mateo) del municipio de Soacha, Cundinamarca, cuyo rango de edad se encuentra entre los 17 y 19 años. El desarrollo de la actividad tuvo una duración de tres horas y se realizó de manera grupal, por lo tanto, se obtuvieron 8 equipos de 4 estudiantes, quienes no habían tenido ningún acercamiento durante su educación al concepto de integral.

3.2. Instrumento

La figura 1 presenta el recurso tangible basado en las "torres de Hanói", formado por una tabla y un cilindro en el medio, en el cual se introducen piezas de cartulina en forma de figuras geométricas, el primero, tiene áreas iguales y el segundo presenta círculos cuyos radios varían de una pieza a otra, las alturas de cada pieza de ambos sólidos son del grosor de una cartulina, esto con el fin, de construir un sólido mayor a partir de la introducción de todas las piezas una sobre otra, dichas piezas tienen la particularidad de tener una abertura en el medio, de tal manera que el sólido construido pueda cambiar de forma.

El propósito de este instrumento, es conducir a los estudiantes a generar perspectivas intuitivas de conceptos propios del cálculo que se han generado a lo largo de la historia como los desarrollos de Cavalieri (1598-1647) respecto al cálculo y comparación de volúmenes a partir de "indivisibles".



Figura 1: recurso manipulativo tangible, elaboración propia

4. Hipótesis respecto a los objetos matemáticos.

La propuesta realizada está enfocada inicialmente en el cálculo de volúmenes a partir del concepto de "indivisibles" desarrollado por Bonaventura Cavalieri, con base a esto, se pretende que el estudiante construya por medio de materiales manipulativos tangibles diferentes sólidos cuyo volumen esté conformado por "infinitas áreas".

Progresivamente, mientras el alumno estudia el sólido y teniendo en cuenta algunas preguntas orientadoras, se pretende que este encuentre sentido a los objetos matemáticos que emergen en la exploración del sólido y logre expresar algunas generalidades frente al cálculo de volúmenes a partir de la sumatoria de sus "indivisibles". La tabla 1 presenta la secuencia de actividades, preguntas que se realizan y el resultado esperado en cada momento.

5. Resultados

5.1. Procesos De Intuición

Como se planteó anteriormente, para realizar una óptima interpretación e identificación de las actividades matemáticas manifestadas por los estudiantes, es pertinente analizar los procesos intuitivos asociados a los elementos iniciales del cálculo durante la construcción de su significado. De este modo, a continuación se presenta una comparación frente a los planteamientos que propone Cavalieri frente al cálculo de volúmenes a partir de indivisibles y los resultados obtenidos. La figura 2 presenta uno de los pensamientos intuitivos más recurrentes en el grupo de estudiantes para hallar la altura de cada pieza, determinando cuántas fichas conforman un Xcm y dividir X centímetros entre la cantidad encontrada.

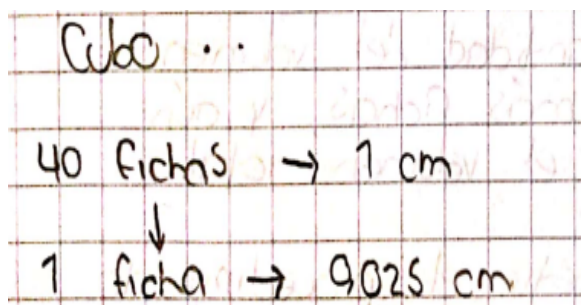


Figura 2: Altura de una pieza. Fuente: propia

Tabla 1. Secuencia de actividades e hipótesis de aprendizaje

Momentos	Propósito	Preguntas de discusión grupal	Hipótesis Respecto A Los Objetos Matemáticos
1	<ul style="list-style-type: none"> - Se identifican los conocimientos previos de los alumnos respecto al cálculo de áreas y volúmenes. - Se brinda a los estudiantes el primer recurso descrito en la figura 1, de tal forma, que puedan tener una primera interacción. 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es un sólido?, ¿Qué es el volumen?, ¿Cómo se puede calcular el volumen? - ¿Para qué crees que sirve este recurso? - ¿Qué se puede realizar con el recurso? 	Primer vistazo al recurso y su relación con aspectos de la geometría.
2	<ul style="list-style-type: none"> - El moderador solicita crear un sólido a partir de las piezas dadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo se podría calcular el volumen del sólido construido sin tener en cuenta las fórmulas tradicionales? - Si se desplazan las piezas, ¿El sólido resultante tiene un volumen diferente al inicial? 	Inferencias iniciales sobre la conservación del volumen del sólido y un primer acercamiento a la idea de indivisibles.
	<ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes interactúan con el recurso, mientras discuten sobre las preguntas planteadas por el moderador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si la altura de las piezas, pudiera dividirse cada vez más, ¿Qué pasaría con los valores de esta? - ¿Aumentaron las piezas que conforman el sólido? - ¿Cuál sería el volumen del sólido mayor? 	Conjetura que el volumen del sólido está conformado por una cantidad sucesiva de sólidos cuya forma será igual al sólido mayor y cuyas alturas cada vez tenderán a 0. El volumen del sólido está conformado por una cantidad sucesiva de sólidos menores, de modo que entre más pequeña sea la altura de cada indivisible, más indivisibles conformarán el sólido total.

	- Primeros acercamientos intuitivos. Los estudiantes encuentran una relación entre la suma de los volúmenes de cada pieza, y el volumen total del sólido construido.	- Describe la hipótesis o generalidad a la que has llegado respecto a la relación entre el volumen de las piezas y el volumen total del sólido	Surge la idea que al dividir un objeto infinitamente, se obtendrán objetos infinitamente pequeños sin llegar a tener medida cero. El número de piezas que conforman el sólido asciende progresivamente a infinito sin cambiar el volumen del sólido total. Suma cada "indivisible" para hallar el volumen del sólido. Se espera que establezca generalizaciones entre los sólidos infinitesimales que conforman el sólido mayor y volumen de este último
3	Se brinda a los estudiantes el segundo recurso descrito en la figura 1, de tal forma que puedan construir un sólido con radios de diferentes tamaños.	- ¿Cuáles diferencias encuentras entre este sólido y el sólido construido al inicio? - ¿El volumen de todas las piezas es el mismo?	Articula ideas de variación de magnitudes a los conceptos desarrollados previamente a fin de encontrar una forma general para calcular el volumen del segundo sólido.
	- El moderador presenta en un software dinámico "GeoGebra" como las figuras de diferente tamaño (radio variante) conforman un sólido mayor.	- Teniendo en cuenta las ideas obtenidas en los sólidos anteriores, ¿cómo podrías calcular el volumen del sólido total?	

Distribución de preguntas, propósitos e hipótesis frente a los objetos matemáticos emergentes. **Fuente:** propia

Una vez obtenido el volumen de cada pieza, cinco de los ocho equipos de estudiantes exponen estrategias similares para determinar el volumen total del sólido (cilindro, paralelepípedo triangular y rectangular); esta consiste en multiplicar el valor obtenido del volumen de cada lámina por la cantidad total de láminas que conforman el sólido (figura 3). Lo anterior, lleva a interpretar estos razonamientos en el marco de la práctica de Cavalieri, pues, aunque se les preguntaba directamente por el volumen del sólido construido, los estudiantes mantienen la perspectiva de que estos estaban conformados por las diferentes piezas, mismas que para este

caso son consideradas como los "indivisibles", y que al sumar todos los volúmenes o al multiplicar el volumen de una pieza por la cantidad de fichas determinan el volumen del sólido.

Por otra parte, los grupos faltantes consideraron hacer uso de la fórmula "tradicional" para hallar el volumen de los paralelepípedos. Estos grupos, al contrario de los anteriores, cambian la perspectiva de un sólido estructurado de múltiples piezas a un sólido como única pieza.

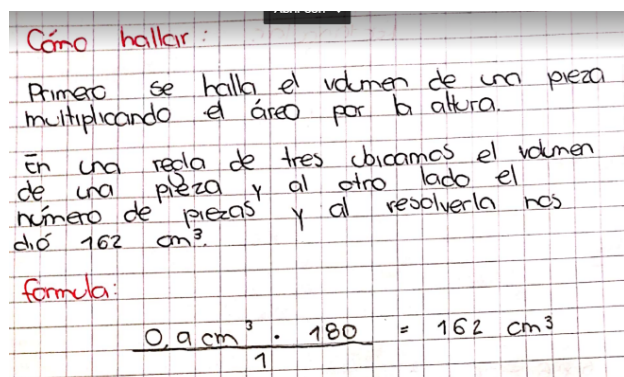


Figura 3: Estrategias para el cálculo del volumen.

Fuente: propia

Posteriormente, cuando se les pregunta a los estudiantes acerca de la división de las alturas de cada pieza, se obtienen pensamientos intuitivos que dan indicios de la noción de infinito actual e infinito potencial (figura 4). Puesto que, por un lado, exponen que la altura de estas fichas puede dividirse un número "infinito" de veces, aunque la altura sea cada vez menor, asumiendo la perspectiva del infinito como un conjunto estático de elementos (infinito actual). Por otro lado, los argumentos que surgen por parte de los estudiantes respecto a la cantidad de las piezas que conforman el sólido en este proceso, refiere a una aproximación a la idea de infinito potencial, pues argumentan que al dividir estas piezas deberán aumentar en cantidades cada vez mayores para completar el mismo sólido.

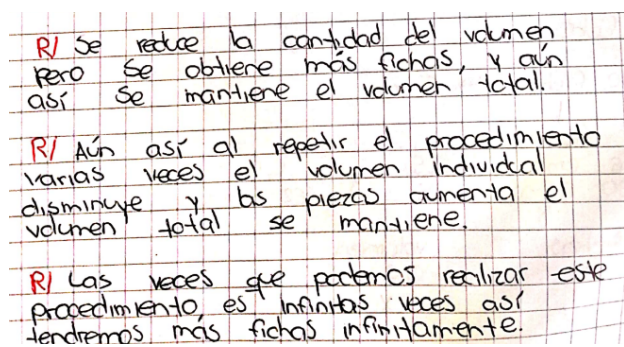


Figura 4: Aproximaciones a la idea de infinito. **Fuente:** propia

Además de las respuestas obtenidas anteriormente, refiriéndose hacia el infinito potencial y actual, se obtuvo una respuesta más

puntual por parte de uno de los alumnos quien afirma que este proceso de división puede realizarse de forma infinita, pero esto implica que la altura de la pieza se acercara cada vez más a cero, lo que evidencia una noción muy intuitiva de la tendencia o límite así como de la idea de indivisible; lo anterior teniendo en cuenta que se plantean alturas tan pequeñas que en últimas sean indistinguibles de 0. Por otro lado, en lo referente a la tendencia, el estudiante plantea una perspectiva dinámica de una variable (altura de las piezas), acercando está cada vez más a un valor estático, en este caso el 0.

Ahora bien, respecto al momento número tres, cuando se construye la figura curva y se pregunta por las diferencias de los sólidos construidos a lo largo de la sesión, los estudiantes hacen afirmaciones respecto a lo que pueden observar, lo que se puede caracterizar como un proceso intuitivo, dado que, estas respuestas aluden al cambio de tamaño de las figuras y volúmenes, además, expresan estos tamaños y longitudes de radio como una "variación" refiriendo al cambio.

Asimismo, a la hora de ingeniar una estrategia para determinar el volumen de la figura curva, los grupos exponen que: primero, se podrían agrupar las circunferencias con "mismo tamaño", luego, se calcula el volumen de cada cilindro que se forme y finalmente, se suman los cilindros obtenidos para hallar el volumen del sólido total. Estas ideas dadas por los estudiantes se consideran como procesos inicialmente intuitivos, puesto que, se dejan guiar por la percepción al clasificar las circunferencias según el tamaño (figura 5), pero no tienen en cuenta que, aunque el cambio sea milimétrico las circunferencias no son iguales.

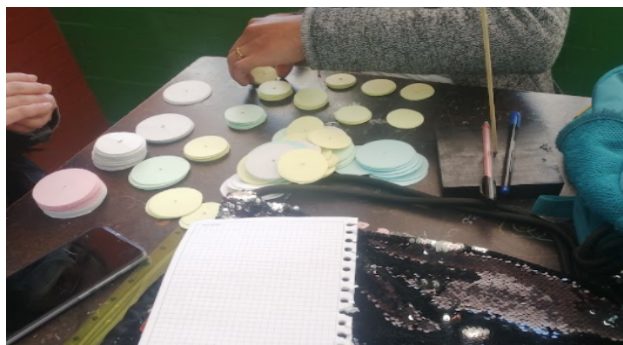


Figura 5: Clasificación de piezas por tamaño. **Fuente:** propia

Finalmente, respecto a la significación del objeto se puede decir que, en un primer momento los estudiantes logran construir una perspectiva intuitiva de acumulación, dado que, concretan la idea de sumar los volúmenes de las piezas para determinar el volumen del sólido total. Esto lo hacen gracias a sus conocimientos previos, como las fórmulas de área, volumen, entender que una suma iterada se puede abreviar en una multiplicación, y la noción de acumulación en el cálculo.

Por otro lado, para el último momento planteado en la sesión (respecto al sólido curvo), los estudiantes dan indicios de una generalidad al querer transponer el procedimiento de "sumas de volúmenes" que se generó con los prismas iniciales, al cálculo del volumen del sólido curvo. La idea empleada para determinar el volumen de este sólido se queda justamente como "ideas intuitivas primarias", pues, todas las estrategias se basan en las percepciones (lo que observan, lo que deducen desde la construcción) y sus conocimientos previos.

5.2. Actividades matemáticas

Para fines del presente estudio se tomará a consideración la caracterización de actividades matemáticas que propone Giaquinto (2005) y se analizarán cuáles de estas fueron relevantes en la aplicación del instrumento frente a las situaciones propuestas para el cálculo de volúmenes, puesto que, el conjunto de estudiantes que participó en la propuesta no reflejó haber utilizado todas las actividades matemáticas.

Tabla 2. Actividades matemáticas

Componente	Definición	Evidencia
Descubrimiento	Revelar propiedades de los objetos matemáticos en la resolución de una situación.	Cuando la altura de los sólidos menores es dividida constantemente en la mitad, el número de fichas se incrementará infinitamente, su altura tenderá a cero y el número de fichas, aunque son infinitas serán infinitamente pequeñas (figura 4).
Explicación	<i>Objetiva:</i> La posibilidad de argumentar con base en los conocimientos matemáticos construidos en el desarrollo de otra situación	Aplica una relación de proporción, entendida como "regla de tres", estableciendo una relación entre el volumen de cada sólido menor y el número total de los mismos (figura 3). Ejecuta la fórmula de volumen de un prisma triangular (<i>área de la base · altura</i>), tomando la regla para medir su altura y las medidas de su base para determinar su área.
	<i>Subjetiva:</i> posibilidad de argumentar el razonamiento realizado en el desarrollo de una situación	Para calcular el volumen de un sólido, se efectúa la suma sucesiva de los sólidos menores o "indivisibles" que lo conforman,

		pues pese a que se conoce la expresión simbólica para hallar el volumen de un prisma rectangular y el de un cilindro, los estudiantes optan en una primera instancia por contar uno a uno los sólidos menores.
<i>Formulación</i>	Construcción y enunciación de algoritmos que permitan el desarrollo de diferentes situaciones parecidas o análogas a la que se está resolviendo	Hallar el volumen de uno de los sólidos menores, teniendo en cuenta el área de la base y su altura, para finalmente, multiplicar el número de sólidos menores con el área de la base (figura 3). Clasificar las fichas dependiendo del tamaño; seguido, se calcula el volumen de cada monto, para finalmente sumar los volúmenes de cada uno y así determinar el volumen del sólido mayor (figura 5).
<i>Aplicación</i>	Posibilidad de aplicar las conclusiones producto de la práctica matemática a otro tipo de situaciones	La intención inicial de transponer los conocimientos adquiridos durante el cálculo del volumen del primer sólido, al cálculo del volumen del segundo sólido.
<i>Justificación</i>	Acondicionamiento al modelo que permite justificar matemáticamente propiedades o definiciones de un objeto matemático	No se evidencia, pues refiere particularmente a elementos arraigados a los procesos de formalización
<i>Representación</i>	Sistemas de símbolos y sistemas de diagramas: La adopción de sistemas de representación propios de los objetos matemáticos	El uso de sistemas de representación vinculados a los desarrollos algebraicos y aritméticos.

Evidencia de las actividades matemáticas emergentes durante la aplicación del instrumento. **Fuente:** Propia.

Finalmente, con todo lo descrito anteriormente se puede decir que, si bien, los diferentes grupos de trabajo desarrollaron en el transcurso del taller diferentes actividades matemáticas para el cálculo de volúmenes, se hizo evidente las perspectivas intuitivas de los estudiantes por medio de la actividad de descubrimiento, que de igual forma representa una instancia inicial en posteriores procesos de formalización pues, permite revelar y eventualmente justificar propiedades de los objetos matemáticos.

6. Conclusiones y reflexiones finales

Los elementos descritos anteriormente inmersos en los desarrollos llevados a cabo por los estudiantes, dejan ver algunas consideraciones respecto a la enseñanza del cálculo de volúmenes, considerando el surgimiento de ideas intuitivas gracias a la manipulación del instrumento basado en perspectivas histórico-epistémicas de Cavalieri. Este enfoque en la creación de propuestas de aprendizaje, posibilita

la construcción del concepto matemático a partir de la evolución de estrategias de solución planteadas por los mismos individuos, además, fomenta perspectivas intuitivas en el aprendizaje significativo del cálculo de volúmenes y nociones infinitesimales en el cálculo.

Una reflexión crítica orientada al papel del docente, la implementación de la actividad y la pertinencia de la misma, permite reconsiderar elementos dentro de la propuesta que posibilitan llevar a cabo dichos procesos:

- Extender la propuesta a más sesiones, teniendo en cuenta las particularidades de la población a la que se orienta el recurso, de forma tal que los estudiantes logren evolucionar las estrategias finales propuestas para el cálculo del volumen de un sólido de revolución, así como contemplar la aplicabilidad de sus procedimientos en otras situaciones.
- Diseñar y aplicar preguntas que fomenten en los estudiantes las actividades de

formulación y justificación a fin de establecer procesos generales en sus desarrollos.

- Fomentar el uso de los diferentes sistemas de representación a fin de dar un mayor entendimiento a los objetos matemáticos puestos en juego.

Por otra parte, elementos complementarios en la planeación de la actividad, como lo son los recursos didácticos de tipo manipulativo tangible, representan un potenciador en el entendimiento y análisis de los estudiantes. A lo largo de la puesta en práctica de la actividad/instrumento, quedó en evidencia que este tipo de recursos permiten:

- Construir e interpretar el concepto matemático (en este caso particular: cálculo de volúmenes, límite, tendencia, infinito potencial y actual, infinitesimal) a partir de la interacción y manipulación.
- Estudiar los elementos desde una perspectiva dinámica y variada, desvinculada de las matemáticas estáticas que han predominado en la enseñanza.
- Tener apoyos físicos a los recursos digitales usualmente utilizados en la enseñanza de este tipo de conceptos.
- Centrar el interés, fomentar la motivación y participación.

En síntesis de todo lo descrito, se considera necesario repensar la enseñanza desde un reconocimiento de las nociones primarias desarrolladas en la génesis de los conceptos matemáticos, así como de las prácticas y actividades matemáticas que permitieron estos avances, a fin de proponer rutas de aprendizaje coherentes con las experiencias e intuiciones elementales.

7. Referencias

ARTIGUE, M. (2003). Reaction. Learning and teaching analysis: What can we learn from the past in order to think about the future? In D. Coray, F. Furinghetti, H. Gispert, B. R. Hodgson & G. Schubring (Eds.), *One hundred years of*

l'enseignement mathématique: moments of mathematics education in the twentieth century. Monograph No. 39 (pp. 211–223). Genova, Italia: L'Enseignement

BOHÓRQUEZ, A. R. V., & Ortíz, J. J. A. (2020). La interactividad de las herramientas tecnológicas en el desarrollo del pensamiento lógico en educación básica secundaria. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 1-17.

BOSCH, MARIANNA (2000). Un punto de vista antropológico: la evolución de los "elementos de representación" en la actividad matemática. En Climent, Nuria de los Ángeles; Contreras, Luis Carlos; Carrillo, José (Eds.), *Cuarto Simposio de Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 15-28). Huelva: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.

DUVAL, RAYMOND (2016). Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. En Duval, Raymond; Sáenz-Ludlow, Adalira (Eds.), *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas Énfasis*. (pp. 61-94). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

FUSTER, J. L. L., & GÓMEZ, F. J. S. (1997). Una interpretación de las dificultades en el aprendizaje del concepto de integral. *Divulgaciones Matemáticas*, 5(1/2), 61-76.

GARCÍA RETANA, JOSÉ ÁNGEL (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37 (1),29-42 [fecha de Consulta 23 de agosto de 2022]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44028564002>

GIAQUINTO, M. (2005). Mathematical Activity. En P. Mancosu, K. F. Jørgensen, & S. A. Pedersen (Eds.), *Visualization, Explanation and Reasoning Styles in Mathematics* (pp. 75-87).

GODINO, J., & BATANERO, M. (1994). *Significado Personal y material de los objetos matemáticos*. Departamento de Didáctica de la Matemática, 14(3), 325–355. <https://www.researchgate.net/publication/255723170>

GODINO, JUAN D. (1999). Implicaciones metodológicas de un enfoque semiótico-antropológico para la investigación en

- Educación Matemática. En Ortega, Tomás (Ed.), *Actas del III SEIEM* (pp. 196-212). Valladolid: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- GÓMEZ CHACÓN, I. M. (2000). *La intuición en Matemáticas*. *Educar* (44). pp. 30-34. ISSN 1510-1185 Matemática. Pontificia Universidade Católica de São Paulo, Brasil.
- MEZA SÁNCHEZ, M. (2020). *Efectos del programa "Matemática Manipulativa" en la resolución de problemas aditivos de enunciado verbal en los estudiantes del segundo grado*.
- MORENO ARMELLA, LUIS (2014). Intuir y formalizar: procesos coextensivos. *Educación Matemática*, 185-206. ISSN: 0187-8298. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40540854010>
- MORGAN, D. L., & KRUEGER, R. A. (1998). *The focus group guidebook*. Sage.
- OBANDO, GILBERTO (2015). *Sistema de prácticas matemáticas en relación con las razones, las proporciones y la proporcionalidad en los grados 3° y 4° de una institución educativa de la educación básica*. [Doctorado tesis], Universidad del Valle. <http://funes.uniandes.edu.co/10598/>
- OCAMPO-ARENAS, M. C., PARRA-ZAPATA, M. M., & ALEXANDER VILLA-OCHOA, J. (2020). Comprensiones e implicaciones de la Actividad Matemática en las investigaciones en Educación Matemática: resultados de una revisión de literatura. In E. Serna (Ed.), *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI* (pp. 69–77). Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación.
- PAULIN, J. F. V. & RIBEIRO, A. J. (2019). Ensino e Aprendizagem do Teorema Fundamental do Cálculo: algumas reflexões a partir de uma revisão sistemática de literatura
 Teaching and Learning of the Fundamental Theorem of Calculus: some reflections from a systematic literature review. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 21(2). <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2018v21i2p239-263>
- PICCONE, D. F. B. (2007) Os registros de representação semiótica mobilizados por professores no ensino do Teorema Fundamental do Cálculo. *Educação Matemática Pesquisa. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*. V 9, 2
- PONTE, J. P. (2004). Problemas e investigaciones en la actividad matemática de los alumnos. In J. Giménez, L. Santos, & J. P. Ponte (Eds.), *La actividad matemática en el aula* (pp. 25-34). Barcelona: Graó.
- RUIZ, Á. (2003). *Historia y Filosofía de las matemáticas*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- SALINAS, PATRICIA, & ALANÍS, JUAN ANTONIO. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del Cálculo dentro de una institución educativa. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 12(3), 355-382. Recuperado en 24 de agosto de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362009000300004&lng=es&tlng=es.
- VAIN, P. D. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de educación*, 4(4), 37-45.
- VIZCARRA, M. TERESA, & FRAILE, ANTONIO (2009). La investigación naturalista e interpretativa desde la actividad física y el deporte. *Revista de Psicodidáctica*, 14(1), 119-132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17512723008>





IMPACTO DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO PROFESIONAL EN LAS PRÁCTICAS DOCENTES DE MATEMÁTICAS EN COLOMBIA. UN ESTUDIO CUANTITATIVO.

PROFESSIONAL DEVELOPMENT IMPACT ON COLOMBIAN MATHEMATICS TEACHING PRACTICES. A QUANTITATIVE STUDY.

IMPACTO DAS ATIVIDADES DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL NAS PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA NA COLÔMBIA. UM ESTUDO QUANTITATIVO.

Brigitte Johana Sánchez Robayo * 

Como citar este artículo: Sánchez Robayo, B. J. (2024). Impacto de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp.103-115. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21094>

Resumen

Asumiendo la importancia que tienen las actividades de desarrollo profesional para el mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas y la falta de estudios correlaciones entre estos dos aspectos, se realizó un estudio cuantitativo en el que se tomaron respuestas de 835 profesores de matemáticas en ejercicio para identificar qué tanto es el impacto de diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en sus prácticas docentes. Inicialmente, se presenta una breve discusión acerca del término *desarrollo profesional* para luego esclarecer a qué hace referencia la expresión *actividades de desarrollo profesional -ADP-* y concluir la sección con la pregunta de investigación: ¿Qué tanto influyen los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia? Posteriormente se presentan aspectos metodológicos en los que, usando la regresión logística como método de análisis, se identificó que la participación en cursos o seminarios virtuales tienen mayor posibilidad de impactar las prácticas docentes. Seguido de este tipo de actividad, la participación en conferencias educativas, la participación en programas de educación formal y la lectura de literatura profesional también tienen mayores posibilidades de impactar las prácticas docentes en matemáticas. Aunque estos son los resultados principales, en las conclusiones se interpretan otras relaciones identificadas y se dan algunas sugerencias utilizando también diferentes hallazgos reportados en la literatura. Por ejemplo, se recomienda el apostarle a la creación de cursos o seminarios virtuales como un mecanismo para tener un mayor impacto positivo en las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio; también se recalca la importancia de fortalecer los eventos

Recibido: Agosto 2023; Aprobado: Diciembre 2023

* Curriculum and Instruction, Ph.D. Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, bjanchezr@udistrital.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-5697-3205>.

académicos en educación matemática y de crear, en el marco de los programas de desarrollo profesional, redes de profesores de manera intencionada para que el impacto positivo en las prácticas docentes de matemáticas sea aún mayor.

Palabras-Clave: Desarrollo Profesional. Práctica Pedagógica. Análisis de Regresión. Formación de Profesores. Educación Matemática.

Abstract

In this report, professional development is assumed as fundamental for the improvement of teaching mathematics. Additionally, there is a lack of studies that consider correlations between those two aspects. In this research, I assumed those facts to make a quantitative study. In this study, I considered 835 in-service mathematics teachers' answers to identify to what extent different types of professional development impact teaching practices. First, I introduce a brief discussion about the term *professional development* and the expression *professional development activities -PDA (ADP)-*. Then, I conclude the section with the research question: to what extent do the different types of professional development activities influence mathematics teaching practices in Colombia? Later, I present methodological aspects. By using logistic regression as the analysis method, I identified that the participation in online courses or seminars has the highest possibility to impact teaching practices. The impact of this type of PDA is followed by the impact of the participation in: educative conferences, formal qualification programs, and reading professional literature. Although those are the main findings, I interpret other identified relationships and I give some suggestions using different findings from the literature. For instance, I recommend the creation of online seminars or courses as a way to have higher positive impact in the in-service mathematics teaching practices. I also highlight strengthening conferences in mathematics education. Additionally, I post that teacher networks should be intentionally created in professional development programs to increase the positive impact of these programs in the mathematics teaching practices.

Keywords: Professional Development. Pedagogical Practices. Regression Analysis. Teacher Education. Mathematics Education.

Resumo

Assumindo a importância das atividades de desenvolvimento profissional para a melhoria do ensino de matemática e a falta de estudos de correlação entre esses dois aspectos, foi realizado um estudo quantitativo no qual foram coletadas respostas de 835 professores de matemática em exercício para identificar o quanto o impacto de diferentes tipos de atividades de desenvolvimento profissional está em suas práticas de ensino. Inicialmente, é apresentada uma breve discussão sobre o termo *desenvolvimento profissional* para, em seguida, esclarecer a que se refere a expressão *atividades de desenvolvimento profissional -ADP-* e concluir a seção com a questão de pesquisa: *¿O quanto os diferentes tipos de atividades de desenvolvimento profissional influenciam nas práticas de ensino de matemática na Colômbia?* Posteriormente, são apresentados aspectos metodológicos nos quais, utilizando a regressão logística como método de análise, identificou-se que a participação em

cursos ou seminários virtuais tem maior possibilidade de impactar as práticas docentes. Seguindo esse tipo de atividade, a participação em conferências educacionais, a participação em programas de educação formal e a leitura de literatura profissional também têm maior probabilidade de impactar as práticas de ensino em matemática. Embora estes sejam os principais resultados, nas conclusões interpretam-se outras relações identificadas e dão-se algumas sugestões, recorrendo também a diferentes achados referidos na literatura. Por exemplo, recomenda-se apostar na criação de cursos ou seminários virtuais como mecanismo para ter um maior impacto positivo nas práticas pedagógicas dos professores de matemática em exercício; Também é destacada a importância de fortalecer eventos acadêmicos em educação matemática e criar, no âmbito de programas de desenvolvimento profissional, redes de professores intencionalmente para que o impacto positivo nas práticas de ensino de matemática seja ainda maior.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Profissional. Prática Pedagógica. Análise de Regressão. Formação de Professores. Educação Matemática.

1. Introducción

El desarrollo profesional es fundamental para el enriquecimiento del profesor y el mejoramiento de los procesos de enseñanza. En este sentido, el desarrollo profesional del profesor es fundamental en cualquier sistema educativo y es uno de los centros de investigación en educación. No obstante, el término desarrollo profesional en el campo de la educación abre un abanico de posibles significados y diversidad de panoramas que pueden incluir desde la existencia de programas de formación a nivel profesional hasta las diversas acciones que configuran la práctica pedagógica.

Desimone (2009) describe diversos tipos de actividades que son considerados desarrollo profesional y muestra cómo el significado del término ha variado desde considerar cualquier actividad que pretende formar profesores para mejorar su actuar hasta actividades formales o informales que permiten el crecimiento profesional del profesor. En este sentido, el desarrollo profesional está representado en cualquier oportunidad de aprendizaje emergente de actividades profesionales tales como el discutir elementos de la práctica (ej., el progreso de ciertos estudiantes, el diseño y la planeación de actividades específicas), aprender de la

experiencia de algún otro profesor como de su propia práctica, observar su clase o la de otros, o involucrarse en iniciativas educativas.

Para este artículo me referiré a las *actividades de desarrollo profesional* (ADP) como un conjunto de actividades diseñadas para formar profesores en aras de mejorar su práctica docente (Ball & Bass, 2002; Ball & Cohen, 1999; Ball & Forzani, 2010; Desimone, 2009; Korthagen, 2017; Opfer & Pedder, 2011; Osman & Warner, 2020; Shabani, 2016; Silver, 2009; Tirosh & Graeber, 2003; Walter et al., 2021). Así las cosas, existe una diferencia entre oportunidades específicas que son diseñadas para el aprendizaje de profesores y las experiencias informales que también pueden mejorar la práctica docente. El estudio que reporto en este artículo se concentra en la primera de estas opciones.

Las actividades de desarrollo profesional son un foco continuo de investigación en educación de profesores. Específicamente, algunos investigadores proponen modelos específicos de este tipo de actividades para que tengan mayor impacto en las prácticas docentes (Ball & Cohen, 1999; Boesen et al., 2014; Guskey, 2002; Opfer & Pedder, 2011) y otros han estudiado características de eficiencia propias de estas actividades (Boström & Palm, 2020; Desimone, 2009; Dogan & Adams, 2020; Parise & Spillane,

2010) para que produzcan cambios en las prácticas docentes, un mayor aprendizaje en los profesores y en últimas, un incremento en el nivel de aprendizaje de los estudiantes. En particular, hay estudios correlacionales que han establecido que las actividades de desarrollo profesional influyen las prácticas docentes en matemáticas (Bellibaş et al., 2020; Boström & Palm, 2020). Sin embargo, estos estudios se centran en las características del grupo de actividades y en cómo estas características pueden producir una mayor influencia en las prácticas docentes de matemáticas. No se encontraron estudios correlacionales que consideren qué tanto los distintos tipos de actividades de desarrollo profesional afectan las prácticas docentes en matemáticas.

Para el caso específico de Colombia, Guacaneme et al (2017) describen dos escenarios de desarrollo profesional: los programas de formación continuada, particularmente los programas de especialización, maestría y doctorado en Educación Matemática y la formación continuada constituida por aquellas actividades a corto plazo, que también pueden educar al maestro en aspectos más específicos y en menor profundidad sin otorgar titularidad. Bajo este panorama, el impacto que las actividades de desarrollo profesional puedan tener en las prácticas de profesores en ejercicio debe incluir estos dos escenarios.

Previos reportes en Colombia se centran en la formación inicial y continuada de profesores (Gil Chaves, 2016, 2019; Guacaneme et al., 2013; Guacaneme-Suárez et al., 2017). Para el caso de la formación inicial, Guacaneme et al (2013) concluyen que la formación inicial de profesores se da prioritariamente en las ciudades y que es allí donde los profesores están en contacto presencial con sus formadores. Este resultado sugiere que la formación continuada de los profesores en Colombia también se concentra en las ciudades, por lo que se requiere una revisión a nivel nacional respecto a la formación continuada y específicamente, de las actividades de formación profesional. Para el caso de la

formación continuada, los reportes se enfocan en la formación posgradual formal. Estos estudios resaltan el papel que tiene la investigación en dicho panorama. La investigación aquí reportada extiende estos estudios al indagar el impacto de las actividades de desarrollo profesional desde la formación posgradual formal y desde las actividades de formación no conducentes a título. Así las cosas, la pregunta de investigación que orientó la investigación fue ¿Qué tanto influyen los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia?

2. Metodología

Esta investigación fue cuantitativa y tuvo como método de análisis la regresión múltiple logística. Los datos provienen de la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje -TALIS- (Teaching and Learning International Survey) diseñada y aplicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE- en asocio con el Consulado Australiano para la Investigación Educativa (Australian Council for Educational Research), Estadística Canadá (Statistics Canada) y la Asociación para la Evaluación y el Éxito Educativo (Association for the Evaluation of Educational Achievement) (OECD, 2019a).

TALIS es una encuesta que pretende diagnosticar diferentes factores de la enseñanza a nivel internacional para influenciar los sistemas educativos. Esta encuesta se aplica cada cinco años desde 2003. Particularmente en Colombia, se aplicó por primera vez en 2018 una vez este país entró a formar parte de la OCDE.

TALIS consta de dos cuestionarios: el de profesores y el de rectores. Ambos cuestionarios se aplicaron online y fueron diseñados en inglés. De igual forma, los cuestionarios se tradujeron al español para el caso de Colombia (OECD, 2019a). Principalmente, la encuesta se aplica en los primeros grados de educación básica secundaria, en profesores que trabajan con

estudiantes cuyas edades oscilan entre los 10 y los 13 años.

En Colombia, la encuesta también se aplicó a profesores cuyos colegios hubiesen participado en el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PISA (Programme for International Student Assessment) durante el año 2018. Dado que dicha prueba es aplicada a estudiantes cuyas edades oscilan alrededor de los quince años, la muestra considera profesores que enseñan matemáticas a nivel de secundaria.

Para este estudio consideré las preguntas 22 y 25 del cuestionario para profesores. A continuación, presento una traducción de estas preguntas. En todos los casos, las opciones de respuesta eran Sí o No.

Tabla 1. Preguntas TALIS

PREGUNTA 22	PREGUNTA 25
<p>Durante los últimos 12 meses, ¿Ha participado en alguna de las siguientes actividades de desarrollo profesional?</p> <p>a) Cursos/seminarios atendidos en persona.</p> <p>b) Cursos/seminarios online.</p> <p>c) Conferencias de educación donde profesores y/o investigadores presentan su investigación o discuten asuntos de educación.</p> <p>d) Programas de educación formal (es decir, un programa conducente a título).</p> <p>e) Visitas de observación a otros colegios.</p> <p>f) Visitas de observación a organizaciones públicas, no gubernamentales o comerciales.</p> <p>g) Observación propia y/o de algún par y entrenamiento como parte de un arreglo formal en el colegio.</p> <p>h) Participación en una red de profesores formada específicamente para el desarrollo profesional de profesores.</p>	<p>Pensando en todas sus actividades profesionales durante estos últimos doce meses, ¿Alguna de ellas tuvo un impacto positivo en su práctica docente?</p>

i) Lecturas de literatura profesional.	
j) Otro.	

Preguntas de TALIS que se consideraron para el estudio. **Fuente:** Traducción propia de OCDE (OECD, 2018, p. 9)

2.1. Muestra

Para seleccionar la muestra se consideró la base de datos de TALIS. La encuesta para profesores fue aplicada a un promedio de 20 profesores por colegio, aunque en algunos casos se aplicó a menos profesores si el colegio seleccionado tenía menor cantidad de profesores. Para el muestreo se usó un diseño de conglomerados de varias etapas (OECD, 2019a). Así, la población fue estratificada por regiones y disuelta en subgrupos en diferentes niveles. Los colegios fueron seleccionados en estos niveles y la muestra de profesores fue obtenida a partir de la muestra de colegios (OECD, 2019b).

Con la base de datos de TALIS se usaron dos tipos de filtros usando el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Dado que la base de datos contiene la información de los países que aplicaron la encuesta, el primer filtro fue seleccionar las respuestas de Colombia -COL- en TALIS. La segunda fue seleccionar profesores que hubiesen indicado que enseñaban matemáticas en los cursos respectivos de aplicación de la prueba durante el año escolar en el cual se aplicó la misma. Los profesores podían seleccionar diversas materias si correspondían a las áreas que habían enseñado durante el año de aplicación. En este sentido, se consideró profesor de matemáticas a aquel profesor que enseñaba matemáticas, así esta persona también enseñara otras materias.

Aplicados estos filtros, obtuve una base de datos de 942 profesores de matemáticas colombianos. Sin embargo, 104 de ellos omitieron su respuesta o contestaron alguna pregunta previa de tal forma que fuese lógicamente imposible contestar la pregunta considerada (por ejemplo, si el (la) profesor (a) contestó "No" en todos los casos de

la pregunta 22). Así las cosas, la muestra que quedó es de 835 profesores de matemáticas colombianos que trabajan en educación secundaria. 335 de estos (as) profesores (as) son mujeres y 500 son hombres. 55.45% de estos profesores tienen alguna especialización o título de maestría, 0,48% tienen un título de doctorado y 0,6% tienen educación secundaria como nivel de educación.

3. Análisis

Los datos perdidos ya habían sido tratados en la selección de la muestra y dado que en las preguntas consideradas, las opciones de respuesta eran binarias (Sí o No), se consideró la regresión lineal logística para el análisis de los datos.

3.1. Variables

El modelo incluyó 11 variables. La variable de respuesta fue *Impacto en las prácticas docentes* (IMPACTO), obtenida a partir de la pregunta 25. Las variables independientes se obtuvieron a partir de la pregunta 22 y corresponden a los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional (ADP) en el que los profesores pudieron participar: *Cursos o seminarios en persona* (CURPERSON), *Cursos o seminarios online* (CURONLINE), *Conferencias de Educación* (CONFERENCIA), *Programas de Educación Formal* (FORMAL), *Observaciones a otros colegios* (OTROCOLE), *Observaciones o visitas a organizaciones no escolares* (NOESCOLAR), *Observación de sí mismo o de un par* (OBSERVACION), *Participación en una red* (RED), *Leer literatura profesional* (LEER) y *otro tipo* (OTRO).

3.2. Modelo

Dado que la variable de respuesta es binaria, se consideraron los dos valores $y = 0$ ó 1 , donde 1 corresponde a sí hubo impacto y 0 es no hubo impacto y la probabilidad de impacto se encuentra entre 0 y 1 . De manera similar, las

variables independientes fueron codificadas con 1 en el caso en que se haya participado en la respectiva ADP y 0 en el caso en que no se haya participado.

Siguiendo el modelo general del modelo logístico o modelo logit (Kleinbaum & Klein, 2010; Sheather, 2009), el modelo usado fue:

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 \text{CURPERSON} + \beta_2 \text{CURONLINE} + \beta_3 \text{CONFERENCIA} + \beta_4 \text{FORMAL} + \beta_5 \text{OTROCOLE} + \beta_6 \text{NOESCOLAR} + \beta_7 \text{OBSERVACION} + \beta_8 \text{RED} + \beta_9 \text{LEER} + \beta_{10} \text{OTRO})}} \quad (1)$$

donde β_i para $i = 0, \dots, 10$ son los valores estimados una vez se ha aplicado la máxima verosimilitud.

La razón de probabilidades (*odds ratio*) para las variables con efecto significativo, fue calculada usando los coeficientes β_i para $i = 1, \dots, 10$ como se muestra a continuación:

$$\text{Odds}(x) = e^{\beta} \quad (2)$$

4. Resultados

En esta sección se presentan los resultados a partir de la estadística descriptiva de las variables, sus correlaciones y finalmente, los resultados de la regresión logística.

4.1. Estadística Descriptiva

La estadística descriptiva de las variables se encuentra en la Tabla 2. En general, los profesores de matemáticas participan en actividades de desarrollo profesional y las mismas tienen un impacto positivo en sus prácticas pedagógicas ($M = 0.89$). La actividad más destacada es la lectura de literatura profesional. Adicionalmente, hay una participación moderada en cursos en persona y participación en conferencias de educación. Finalmente, la menor participación se presenta en las observaciones o visitas a otros colegios.

Tabla 2 Estadística descriptiva de las variables

VARIABLE	M	DS	Min	Max
IMPACTO	0.89	0.31	0.00	1.00
CURPERSON	0.60	0.49	0.00	1.00
CURONLINE	0.50	0.50	0.00	1.00
CONFERENCIA	0.59	0.49	0.00	1.00
FORMAL	0.32	0.47	0.00	1.00
OTROCOLE	0.24	0.43	0.00	1.00
NOESCOLAR	0.26	0.44	0.00	1.00
OBSERVACION	0.42	0.49	0.00	1.00
RED	0.32	0.47	0.00	1.00
LEER	0.79	0.41	0.00	1.00
OTRO	0.33	0.47	0.00	1.00

Tabla de estadística descriptiva. **Fuente:** Autora a partir de análisis realizado en SPSS.

4.2. Correlaciones

Dado que todas las variables son dicotómicas, para indagar asociaciones bivariadas entre ellas, calculé la correlación usando el coeficiente *phi* en SPSS. Como puede observarse en la Tabla 3, la participación en redes de profesores formadas

para su desarrollo profesional (RED) y la observación a otros colegios (OBSERVACION) tienen una alta correlación con el impacto positivo en la práctica docente (IMPACTO), aunque tiene mayor nivel de significancia la correlación con la participación en redes. Por el contrario, no hay correlación entre el impacto positivo en la práctica docente (IMPACTO) y las visitas de observación a organizaciones no escolares (NOESCOLAR). Adicionalmente, existe una correlación significativa baja entre la participación en cursos presenciales (CURPERSON), cursos online (CURONLINE), conferencias en educación (CONFERENCIA), la lectura de literatura profesional (LEER), la visita de observación a otros colegios (OTROCOLE) y cursos profesionales (FORMAL) con el impacto positivo en las prácticas docentes. Finalmente, los valores de correlación (Tabla 3) entre los distintos predictores permiten establecer que no hay problemas de multicolinealidad entre ellos.

Tabla 3 Correlaciones

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. IMPACTO	--										
2. CURPERSON	.11***	--									
3. CURONLINE	.18***	.20***	--								
4. CONFERENCIA	.17***	.20***	.13***	--							
5. FORMAL	.12***	.18***	.13***	.13***	--						
6. OTROCOLE	.10**	.10**	.12***	.15***	.08*	--					
7. NOESCOLAR	.41	.11***	.12***	.11**	.06	.31**	--				
8. OBSERVACION	.91**	.08*	.04	.14***	.07*	.15**	.22***	--			
9. RED	.91***	.14***	.15***	.16***	.01**	.10**	.21***	.30***	--		
10. LEER	.13**	.03	.11**	.18***	.04	.11**	.08*	.14***	.16***	--	
11. OTRO	.08*	.12***	.15***	.11**	.10**	.21**	.16***	.16***	.18***	.23***	--

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p ≤ 0.001.

4.3. Regresión Logística

Transferí al programa *R-studio* la base de datos filtrada en SPSS para conducir la regresión logística. Usando el criterio de información de Akaike (Akaike's information criterion -AIC-) como medida de calidad para seleccionar el mejor modelo, conduje diez modelos para

establecer el modelo con mejor bondad de ajuste (goodness of fit). El modelo final excluye las variables CURPERSON, NOESCOLAR, OBSERVACION y RED (AIC = 502.73) y se reporta en la Tabla 4.

Tabla 4 Regresión logística

Predictor	β	se	Wald's	df	Odds
Intercepto	0.6458**	0.2302	2.805	825	NA
CURONLINE	1.0249***	0.2620	3.912	825	2.787
CONFERENCIA	0.8741***	0.2471	3.537	825	2.397
FORMAL	0.6465*	0.3042	2.125	825	1.909
OTROCOLE	0.5230	0.3462	1.511	825	1.6871
LEER	0.6308*	0.2585	2.441	825	1.8791
OTRO	0.1593	0.3040	0.524	825	1.1727

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

Nota. R2 de Cox y Snel = .078. R2 de Nagelkerke = .16

La última columna de la tabla anterior (*Odds*) fue añadida para presentar la razón de probabilidades por cada variable del modelo. Sin embargo, no forma parte de los resultados presentados por R; cada razón fue calculada usando la ecuación 2.

Con base en estos resultados, la mayor probabilidad de impacto se identifica en la participación de cursos o seminarios online, seguido de las participaciones en conferencias y la participación en programas de educación formal y la lectura de literatura profesional. Específicamente, la posibilidad de impactar positivamente la práctica docente del profesor de matemáticas va a ser casi tres veces más alta si el profesor atiende seminarios o cursos online. Respecto a los otros tipos de ADP, la participación en conferencias de educación donde profesores y/o investigadores presentan su investigación o discuten cuestiones de educación va a tener aproximadamente 2.4 veces mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes en matemáticas, mientras que la participación en programas de educación formal tendrá 1.9 veces mayor posibilidad de impacto y la lectura de literatura profesional tendrá una posibilidad similar (1.88).

Las razones de probabilidades de impacto junto con las correlaciones entre las variables independientes y la dependiente respectivamente, permiten establecer conclusiones respecto a las ADP y las prácticas docentes, así como plantear algunas discusiones y posibles estudios futuros.

5. Conclusiones y Discusión

Usando las respuestas de 835 profesores de matemáticas de secundaria de la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje - TALIS- y la regresión logística como método de análisis, identifiqué qué tanto ciertos tipos de actividades de desarrollo profesional (ADP) impactan positivamente la práctica docente de profesores de matemáticas en ejercicio en Colombia. Específicamente, encontré que el mejor modelo para identificar dicho impacto incluye la participación en las siguientes ADP: seminarios o cursos online, conferencias educativas, programas de cualificación formal, visitas de observación a otros colegios, lectura de literatura profesional y otro tipo no especificado de ADP.

En general, la muestra estudiada tiene un alto porcentaje de participación en ADP y estas actividades tienen un impacto positivo en las prácticas docentes de estos profesores. Este resultado confirma la importancia de la formación continuada de profesores de matemáticas, no sólo desde la educación formal y la generación de programas conducentes a título, sino también desde el diseño y la generación de actividades a corto o mediano plazo, no conducentes a título. En este punto es importante señalar que en el marco de las ADP no conducentes a título, de acuerdo con las características de eficiencia identificadas desde la literatura (Darling-Hammond et al., 2017; Desimone, 2009; Desimone et al., 2002; Opfer & Pedder, 2011), se recomiendan ADP que tengan una duración de varios años y un acompañamiento continuo a los profesores si el impacto que se desea en la práctica corresponde a cambios sostenidos a largo plazo.

La participación en cursos o seminarios virtuales, en conferencias educativas, en programas de educación formal y en lecturas de literatura profesional son las ADP que tienen mayores posibilidades de impactar positivamente las prácticas docentes de matemáticas en secundaria. Por otro lado, las visitas de

observación a organizaciones públicas, no gubernamentales o comerciales no tienen correlación con el impacto positivo en las prácticas docentes. De hecho, este tipo de ADP tiene una presencia baja en los docentes de matemáticas de educación secundaria en Colombia.

En contraste, la lectura de literatura profesional tiene mayor presencia como ADP en la muestra y 1.9 veces mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes. Un estudio cualitativo en el que se identifique el contexto en el que se da este tipo de ADP y las especificidades de cómo la misma se desarrolla, permitirá develar por qué se da este aumento de posibilidades más que otros tipos de ADP.

Con una presencia promedio, la participación de profesores en cursos o seminarios virtuales tiene la mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes de matemáticas. Este hallazgo representa una oportunidad para aquellos educadores de profesores que deseen impactar las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio. Si bien es cierto que en Colombia se tienen problemas de conectividad en varias regiones (Cervera Quintero, 2021; Orozco Tascón, 2021) y la formación online es difícil, también lo es que con la pandemia se ampliaron las áreas de cobertura para conexión a la Ethernet en diversas regiones del país (Cervera Quintero, 2021) incluso la proyección es aún mayor si se entiende que la conectividad digital se requiere para tener mayor equidad a nivel nacional (Restrepo Tamayo & Gómez Agudelo, 2020). Particularmente, de las diversas experiencias que trajo consigo el COVID-19, se produjo un mayor acercamiento de la población hacia la comunicación virtual y la posibilidad de diseñar ambientes de aprendizaje en entornos virtuales. Así, una de las apuestas para formadores de profesores de matemáticas en ejercicio, para tener mayores posibilidades de impactar las prácticas docentes, es la creación de cursos o seminarios online.

Uno de los tipos de ADP más común es la participación en conferencias o eventos de educación. En la muestra estudiada, hay una participación moderada alta en este tipo de ADP. Aunque en menor proporción que la participación en cursos o seminarios online, este tipo de ADP también tiene mayores posibilidades de impactar positivamente la práctica docente. Con esto, se puede afirmar que los eventos académicos no sólo han ayudado a consolidar la comunidad de Educación Matemática en Colombia (Gómez Mulett, 2018; Guacaneme et al., 2013) sino que también han tenido una incidencia positiva en las prácticas docentes de matemáticas en secundaria. En este sentido, se insta a preservar y fortificar este tipo de eventos en educación matemática en Colombia, pues constituyen una fuente de impacto positivo en las prácticas docentes de enseñanza de las matemáticas en secundaria.

Como era de esperarse, la participación en programas de educación formal también tiene mayores posibilidades de impactar positivamente las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio. Este resultado confirma la importancia de la formación posgradual en la mejora de las prácticas docentes de matemáticas y deja abierta la necesidad de estudiar más profundamente cómo se genera dicho impacto. Diversos estudios se han enfocado en los programas de formación de profesores de matemáticas a nivel de pregrado en Colombia, especificando cómo elementos puntuales de la formación demarcan las prácticas de enseñanza de los estudiantes para profesor (Gil Chaves, 2016, 2019; Lurduy-Ortegón, 2013, 2014). Dado que la formación posgradual formal tiene posibilidad de impacto en las prácticas docentes de matemáticas, valdría la pena develar, similar a como se ha hecho con los programas de pregrado, qué elementos específicos de los programas de formación posgradual permean la práctica docente de profesores de matemáticas en ejercicio.

La participación en redes de profesores formadas específicamente para su desarrollo profesional tiene una alta correlación con el impacto positivo de las actividades de desarrollo profesional en la práctica docente de profesores de matemáticas. En general, la interacción entre profesores es un predictor de cambio positivo en la práctica docente (Sánchez Robayo, 2023). En el caso específico de profesores de matemáticas, dinámicas de interacción como el trabajo colaborativo también son fundamentales para los procesos de reflexión sistemática y mejora de la práctica docente a través de la investigación de la propia práctica (Sánchez Robayo et al., 2015; Sánchez Robayo & Torres Duarte, 2017). De hecho, las relaciones entre colegas son un apoyo para enfrentar situaciones complejas que pueden producir emociones negativas en los profesores (Datnow, 2018; Nguyen & Ng, 2020; Vangrieken et al., 2015). Más allá de confirmar la interacción de profesores como una característica de efectividad en los programas de desarrollo profesional (Boström & Palm, 2020; Darling-Hammond et al., 2017), esta correlación sugiere que dichas interacciones se consoliden a partir de relaciones conformadas con intenciones específicas en directa coherencia con los propósitos del programa de desarrollo profesional. En este sentido, las ADP deben considerar la conformación de redes de profesores creadas con intenciones específicas en el marco de la configuración de las actividades.

Los resultados de esta investigación deben entenderse a la luz de ciertas limitaciones. Una de ellas se relaciona con la naturaleza del instrumento con el que se tomó la información. TALIS es un autoinforme que podría estar sesgado pues quienes contestan podrían contestar de acuerdo a sus ideales o a lo que consideren, se desee como respuesta, más que a la realidad. Otra limitación se relaciona con el grado de complejidad de la práctica docente. Si bien es cierto que este estudio permite identificar tendencias respecto a ADP que impactan la práctica docente en matemáticas en Colombia, se requerirían estudios cualitativos que propendan

por identificar cómo se da dicho impacto o incluso como son algunas de las relaciones identificadas en el presente estudio. Por ejemplo, la observación de sí mismo o de un colega como parte de un acuerdo formal del colegio tiene una alta correlación con el impacto de las ADP en las prácticas docentes, pero no es un posible predictor en el modelo. Si bien la observación de sí mismo es parte fundamental de la reflexión e incluso de la investigación acción como medio de incidir autónomamente en la propia práctica docente, quizás esta observación o la de otros establecida como acuerdo institucional no va a tener mayores posibilidades de impactar la práctica docente al intermediar cierto carácter de obligatoriedad o autoridad. No obstante, un estudio cualitativo permitiría develar qué tipo de efectos genera la intervención institucional en la incidencia de ADP en la práctica docente.

A pesar de las limitaciones, este estudio aporta elementos para entender un campo importante de la educación matemática, la formación profesional de profesores en ejercicio. La formación docente es fundamental en los sistemas educativos y debe ser considerada en cualquier intento de reforma que propenda por la mejora de la calidad de la educación (Bryk et al., 2015; García Jaramillo et al., 2014; MEN, 2022; Trujillo Losada et al., 2023). Previos informes de formación continuada plantearon la necesidad de un sistema nacional de formación de profesores en Colombia (Guacaneme et al., 2013). En este camino, este artículo proporciona elementos asociados a uno de los factores de la formación continuada: las actividades de desarrollo profesional de profesores de matemáticas en ejercicio. No obstante, el desarrollo profesional forma parte de las oportunidades de aprendizaje que conducen a cambios positivos en las prácticas docentes de secundaria (Sánchez Robayo, 2023). Las ADP aquí estudiadas junto con su nivel de impacto en las prácticas docentes proporcionan algunos elementos que han de ser considerados al estructurar mecanismos de formación continuada de profesores de matemáticas en ejercicio.

6. Referencias

- Ball, D. L., & Bass, H. (2002). Toward a practice based theory of mathematical knowledge for teaching. In E. Simmt & B. Davis (Eds.), *2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group* (pp. 3–14).
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes & L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the Learning Profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3–32). Jossey Bass.
- Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2010). Teaching skillful teaching. *Educational Leadership*, 68(4), 40–45.
- Bellibaş, M. Ş., Gümüş, S., & Liu, Y. (2020). Does school leadership matter for teachers' classroom practice? The influence of instructional leadership and distributed leadership on instructional quality. *School Effectiveness and School Improvement*, 0(0), 1–26. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1858119>
- Boesen, J., Helenius, O., Bergqvist, E., Bergqvist, T., Lithner, J., Palm, T., & Palmberg, B. (2014). Developing mathematical competence: From the intended to the enacted curriculum. *Journal of Mathematical Behavior*, 33(1), 72–87. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.10.001>
- Boström, E., & Palm, T. (2020). Expectancy-value theory as an explanatory theory for the effect of professional development programmes in formative assessment on teacher practice. *Teacher Development*, 24(4), 539–558. <https://doi.org/10.1080/13664530.2020.1782975>
- Bryk, A. S., Gomez, L. M., Grunow, A., & LeMabieu, P. G. (2015). *Learning to improve. How America's schools can get better at getting better*. Harvard Education Press.
- Cervera Quintero, J. P. (2021). Conectividad de Internet en Colombia y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015–2020). *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(1), 39–54. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaero.705>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development* (Issue June). Learning Policy Institute. <https://learningpolicyinstitute.org/product/teacher-prof-dev.%0Athis>
- Datnow, A. (2018). Time for change? The emotions of teacher collaboration and reform. *Journal of Professional Capital and Community*, 3(3), 157–172. <https://doi.org/10.1108/JPC-12-2017-0028>
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Desimone, L. M., Porter, A. C., Garet, M. S., Yoon, K. S., & Birman, B. F. (2002). Effects of professional development on teachers' instruction: Results from a three-year longitudinal study. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24(2), 81–112. <https://doi.org/10.3102/01623737024002081>
- Dogan, S., & Adams, A. (2020). Augmenting the effect of professional development on effective instruction through professional communities. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 26(3–4), 326–349. <https://doi.org/10.1080/13540602.2020.1832064>
- García Jaramillo, S., Maldonado Carrizosa, D., Perry Rubio, G., Rodríguez Orgales, C., & Saavedra Calvo, J. E. (2014). *Tras la excelencia docente*. <https://www.fundacioncompartir.org/pdf/Tras%20la%20excelencia%20docente%20-%20estudio%20final.pdf>
- Gil Chaves, D. (2016). Una mirada sistémica de los programas de formación de profesores de matemáticas. *Revista Horizontes Pedagógicos*, 18(1), 110–125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5676754>
- Gil Chaves, D. (2019). Una propuesta para estudiar la complejidad de los programas

- de formación de profesores de matemáticas. *Revista Científica*, 34(1), 7–19.
<https://doi.org/10.14483/23448350.13552>
- Gómez Mulett, A. S. (2018). La educación matemática en Colombia: origen, avance y despegue. *Fides Et Ratio*, 16, 123–145.
http://www.scielo.org/bo/pdf/rfer/v16n16/v16n16_a08.pdf
- Guacaneme, E. A., Obando, G., Garzón-Alvarado, D., & Villa-Ochoa, J. A. (2013). Informe sobre la formación inicial y continua de profesores de matemáticas: El caso de Colombia. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 11–49.
<https://www.researchgate.net/publication/258515681%0AInforme>
- Guacaneme-Suárez, E. A., Obando-Zapata, G., Garzón, D., & Villa-Ochoa, J. A. (2017). Colombia: Mathematics education and the preparation of teachers. Consolidating a professional and scientific field. In A. Ruiz (Ed.), *Mathematics Teacher Preparation in Central America and the Caribbean. The Cases of Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic and Venezuela* (pp. 19–37). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-44177-1_2
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3), 381–391.
<https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2010). Introduction to logistic regression. In *Logistic Regression. A Self-Learning Text* (Third, pp. 1–39). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1742-3_1
- Korthagen, F. (2017). Inconvenient truths about teacher learning: towards professional development 3.0. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 23(4), 387–405.
<https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1211523>
- Lurduy-Ortegón, J. O. (2013). Formación de profesores de matemáticas para la infancia y la juventud. *Infancias e Imágenes*, 12(2), 60–72.
- Lurduy-Ortegón, J. O. (2014). Prácticas didáctico-matemáticas en Educación Matemática. Desarrollo de las prácticas docentes en LEBEM. *Revista Científica*, 3(20), 188–206.
- MEN. (2022). *La formación docente en Colombia*.
https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_18.pdf
- Nguyen, D., & Ng, D. (2020). Teacher collaboration for change: sharing, improving, and spreading. *Professional Development in Education*, 46(4), 1–14.
<https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1787206>
- OECD. (2018). *OECD Teaching and Learning International Survey (TALIS) Teacher Questionnaire* (pp. 1–30). OECD.
- OECD. (2019a). *TALIS 2018 and TALIS Starting Strong 2018 User Guide*.
<http://www.oecd.org/education/school/oecd-starting-strong-teaching-and-learning-international-survey.htm>
- OECD. (2019b). TALIS 2018 Technical Report. In *OECD Publishing*.
<http://www.oecd.org/education/talis/>
- Opfer, V. D., & Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376–407.
<https://doi.org/10.3102/0034654311413609>
- Orozco Tascón, C. (2021, September 4). Falta de acceso a internet, una trampa de desigualdad [The lack of internet access, an inequality trap]. *El Espectador*.
- Osman, D. J., & Warner, J. R. (2020). Measuring teacher motivation: The missing link between professional development and practice. *Teaching and Teacher Education*, 92, 103064.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103064>
- Parise, L. M., & Spillane, J. P. (2010). Teacher learning and instructional change: How formal and on-the-job learning opportunities predict change in elementary school teachers' practice. *Elementary School Journal*, 110(3), 323–346. <https://doi.org/10.1086/648981>

- Restrepo Tamayo, J. F., & Gómez Agudelo, D. S. (2020). La conectividad digital como derecho fundamental en Colombia. *The Law, State and Telecommunications Review*, 12(1), 113–136. <https://doi.org/10.26512/lstr.v12i1.31161>
- Sánchez Robayo, B. J. (2023). *Predictors of Positive Change in Teaching Practices: A Quantitative Study* [Dissertation]. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Sánchez Robayo, B. J., Fonseca González, J., Torres Duarte, J., & Rodríguez Bejarano, J. (2015). Necesidades de formación en investigación de profesores en ejercicio. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 8(1), 121–140. <http://revistas.usta.edu.co/index.php/riiep/article/view/2863/2742%0A>
- Sánchez Robayo, B. J., & Torres Duarte, J. (2017). Aprender a investigar investigando . Realización de una propuesta de formación [Learning to research by researching. An educative proposal achieved]. *Revista Científica*, 28, 17–32. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a2>
- Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky's sociocultural approach for teachers' professional development. *Cogent Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1252177>
- Sheather, S. J. (2009). *A modern approach to regression with R*. Springer. www.springer.com/series/417
- Silver, E. A. (2009). Toward a More Complete Understanding of Practice-Based Professional Development for Mathematics Teachers. In *New ICMI Study Series* (Vol. 11, pp. 245–247). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8_25
- Tirosh, D., & Graeber, A. O. (2003). Challenging and changing mathematics teaching classroom practices. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643–687). https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_22
- Trujillo Losada, M. F., García Sánchez, D., & Franco, J. (2023). Formación docente y Calidad de la educación. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 16(1), 99–128. <https://doi.org/10.15332/25005421.aaaa>
- Vangrieken, K., Dochy, F., Raes, E., & Kyndt, E. (2015). Teacher collaboration: A systematic review. *Educational Research Review*, 15, 17–40. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.04.002>
- Walter, E. M., Beach, A. L., Henderson, C., Williams, C. R., & Ceballos-Madrigal, I. (2021). Understanding conditions for teaching innovation in postsecondary education: development and validation of the survey of climate for instructional improvement (SCII). *International Journal of Technology in Education*, 4(2), 166–199. <https://doi.org/10.46328/ijte.46>



ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ELETROMAGNETISMO

INTERDISCIPLINARY ISLAND OF RATIONALITY AS STRATEGY FOR TEACHING AND LEARNING IN ELECTROMAGNETISM

ISLOTES INTERDISCIPLINARIOS DE RACIONALIDAD COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL ELECTROMAGNETISMO

João Carlos Barumby *, Sérgio Camargo**, Osmar Henrique Moura da Silva***

Cómo citar este artículo: Barumby, J. C.; Camargo, S.; Moura da Silva, O. H. (2022). Ilha Interdisciplinar de Racionalidade como Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19(1), pp. 116-134. DOI: 10.14483/23464712.19397

Resumo

Este artigo é parte de uma dissertação de mestrado realizada no âmbito do Ensino Médio da Educação Básica com estudantes do 3º Ano de uma escola Pública, na qual se desenvolveu uma sequência didática a fim de construir uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade envolvendo a disciplina de Física e Eletrônica com a disciplina de História. O objetivo principal foi identificar contribuições da Teoria das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade a partir de uma sequência didática desenvolvida na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica na aprendizagem de Eletromagnetismo. Neste sentido, a sequência didática fundamentou-se nas Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, prevendo a seleção da informação e estruturação do modelo que a ilha procura construir, e elaborando questões relevantes sobre o tema e suas conexões com as disciplinas. Depois, em contato com os especialistas, os estudantes foram orientados na construção de um rádio básico, explorando os elementos do circuito elétrico abordado. Por fim, abrindo o que Fourez chama de caixas pretas sem auxílio de especialistas, visou-se a elaboração de um esquema global sobre a tecnologia com relato em forma de texto e falas numa síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade proposta. Os resultados mostram que, utilizando as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, os estudantes, além do interesse pelo assunto, desenvolveram atividades acerca do conteúdo estruturante Eletromagnetismo de maneira a conectar conhecimentos específicos de Física com outras áreas como a História e Eletrônica. Conclui-se que os estudantes, após as etapas de elaboração da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na construção do

Recibido: Mayo 2022; Aprobado: Julio 2023

* Mestre em Educação em Ciências e em Matemática. Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). jbarumby@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2496-554X>

** Doutor em Educação para a Ciência. Universidade Federal do Paraná (UFPR). s1.camargo@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8766-5424>

*** Doutor em Educação para a Ciência. Universidade Estadual de Londrina (UEL). osmarh@uel.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6988-3903>

rádio, aprenderam conceptos relacionados ao Eletromagnetismo, bem como estabeleceram relações entre a disciplina de Física, História e Eletrônica.

Palavras-chave: ilhas interdisciplinares de racionalidade, ensino de eletromagnetismo, alfabetização científica e tecnológica.

Resumen

Este artículo es parte de una disertación de maestría realizada en la Escuela Secundaria de Educación Básica con alumnos de tercer año de una escuela pública, en la cual se desarrolló una secuencia didáctica con el fin de construir una *isla interdisciplinaria de racionalidad*, en la que se involucraron las disciplinas de Física y electrónica con la de Historia. El objetivo principal fue identificar aportes de la teoría de las islas interdisciplinares de racionalidad, a partir de una secuencia didáctica desarrollada desde la perspectiva de la alfabetización científica y técnica en el aprendizaje del electromagnetismo. La secuencia didáctica se desarrolló a partir de las islas interdisciplinares de racionalidad, metodología de enseñanza propuesta por Gérard Fourez, que prevé la selección de información y estructuración del modelo que la isla busca construir. La enseñanza del electromagnetismo a veces se centra en cuestiones poco prácticas con la repetición de ejercicios y la aplicación de fórmulas ya preparadas. Los resultados muestran que, mediante el uso de islas interdisciplinares de racionalidad, los estudiantes, además del interés por la asignatura, desarrollaron actividades sobre la estructuración de contenidos del electromagnetismo con el fin de conectar conocimientos específicos de Física con otras áreas como Historia y Electrónica. Se concluye que los estudiantes, luego de estudiar la construcción de islas interdisciplinares de racionalidad en la construcción de la radio, aprendieron conceptos relacionados con electromagnetismo, así como a establecer relaciones entre Física, Historia y electrónica.

Palabras clave: islotes interdisciplinarios de racionalidad, enseñar electromagnetismo, alfabetización científica y tecnológica.

Abstract

This article is part of a master's dissertation carried out in the Secondary School of Basic Education with students in the 3rd year of a public school, in which a didactic sequence was developed in order to build an Interdisciplinary Island of Rationality involving the discipline of Physics and Electronics with the discipline of History. The main objective was to identify contributions of the Theory of Interdisciplinary Islands of Rationality, from a didactic sequence developed from the perspective of Scientific and Technical Literacy in learning Electromagnetism. The didactic sequence was developed based on the Interdisciplinary Islands of Rationality, a teaching methodology proposed by Gérard Fourez, which provides for the selection of information and structuring of the model that the island seeks to build. The Teaching of Electromagnetism sometimes revolves around impractical issues with repetition of exercises and application of ready-made formulas. The results show that with an approach using the Interdisciplinary Islands of Rationality, students, in addition to interest in the subject, developed activities on the structuring content of Electromagnetism in order to connect specific knowledge of Physics with other areas such as History and Electronics. It is concluded that the students, after studying the construction of the Interdisciplinary Islands of Rationality in the construction of the

radio, learned concepts related to Electromagnetism, as well as establishing relationships between the discipline of Physics, History and Electronics.

Keywords: interdisciplinary islands of rationality, teaching electromagnetism, scientific and technological

Introdução

As aulas tradicionais de Física frequentemente levam a respostas automáticas e desinteresse dos alunos. Para combater isso, a pesquisa atual adota uma abordagem pedagógica diferente, usando as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), uma metodologia proposta por Gérard Fourez. Esse método busca tornar o ensino de Física mais envolvente e oferecer aos alunos uma nova forma de explorar, descobrir e aprender sobre o assunto.

Na perspectiva das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), o estudante deve tomar decisões, tornando-se protagonista e independente para explorar o conhecimento. Um dos pontos centrais da metodologia proposta por FOUREZ et al. (1997) refere-se ao desenvolvimento, promoção, negociação e compromisso ao desenvolver a IIR pelos envolvidos (estudantes e professores), o que torna o aprimoramento da metodologia uma prática não muito comum no ensino tradicional.

As Ilhas de Racionalidade (FOUREZ et al., 1997) abordam a construção de representações do mundo focadas em um projeto humano específico, envolvendo múltiplas disciplinas para chegar a um resultado original. Essa representação é vista como o resultado de uma 'negociação' entre diferentes perspectivas disciplinares, sendo guiada pelo projeto em questão e não pelas disciplinas envolvidas. O objetivo é facilitar comunicações e debates organizados sobre o projeto. A prática interdisciplinar é central e envolve pessoas que 'negociam' essas representações, sempre fundamentadas na Alfabetização Científica e Técnica (ACT).

No ensino básico, o Eletromagnetismo é frequentemente ensinado através de exercícios repetitivos e desconectados da vida prática. Para transformar esse quadro, a Teoria das IIR e a ACT

são incorporadas para tornar o aprendizado mais dinâmico e interdisciplinar. Essa combinação permite que os estudantes entrem em contato com avanços recentes em áreas científico-tecnológicas, tornando o ensino mais relevante e aplicável ao cotidiano. A expectativa é que essa abordagem pedagógica inovadora não apenas facilite a compreensão do Eletromagnetismo, mas também aumente o interesse dos alunos pela Física e pelas ciências como um todo, mostrando suas aplicações práticas no dia a dia.

Esta pesquisa visa compreender como a Teoria das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) pode enriquecer o aprendizado de Eletromagnetismo entre alunos do ensino médio em uma escola pública, aplicando a Alfabetização Científica e Técnica (ACT). O objetivo principal é examinar as contribuições dessa teoria no contexto de uma sequência didática. Para atingir esse objetivo, três metas específicas foram definidas: 1) Desenvolver uma sequência didática centrada no Eletromagnetismo, seguindo os princípios da ACT; 2) Identificar situações-problema pertinentes ao eletromagnetismo para serem abordadas em sala de aula; 3) Utilizar várias ferramentas de avaliação, como comparações acadêmicas, observações do professor e feedback dos alunos por meio de questionários, para medir a eficácia do aprendizado.

Cabe ressaltar que o presente trabalho é fruto de pesquisa de mestrado *stricto sensu*, representando a culminação de um ciclo acadêmico com profundo estudo e investigação. Uma versão preliminar deste estudo, abordou apenas a proposta teórica sem quaisquer coleta e análise de dados, foi divulgada em um workshop dentro do programa de pós-graduação (BARUMBY, 2021). À plenitude do estudo, incluem-se os dados empíricos coletados e analisados a fim de responder à questão de pesquisa acima mencionada. Por inserção em

contexto acadêmico rigoroso, almeja-se oferecer contribuições substanciais no ensino de física, em especial à formação de professores

1. Fundamentos teóricos que sustentam a pesquisa.

O ensino tradicional é organizado em disciplinas, mas FOUREZ et al. (1997) e NEHRING, et al et al. (2000) propõem uma abordagem diferente. Fourez sugere um currículo focado em projetos interdisciplinares, promovendo maior autonomia do aluno através da metodologia de trabalho IIR. Essa metodologia visa um ensino contextualizado, relacionado ao mundo real, em contraste com o ensino disciplinar tradicional. Pietrocola et al. também discutem como a estrutura disciplinar limita a análise de situações em um contexto mais amplo, especialmente no ensino de Ciências e Física. Ambas as abordagens criticam a estruturação disciplinar por restringir o aprendizado e não refletir a interconexão do conhecimento no mundo real.

A metodologia em questão enfatiza a importância da interdisciplinaridade, incorporando conhecimentos de diversas disciplinas. É crucial entender as várias abordagens possíveis dentro da interdisciplinaridade. Segundo FOUREZ (1992), uma pessoa é considerada cientificamente alfabetizada se tiver autonomia para tomar decisões informadas, habilidade para se comunicar eficazmente e conhecimento prático relevante para situações do dia a dia, abrangendo aspectos emocionais, sociais, éticos e culturais.

AULER, DELIZOICOV (2001) argumentam que reduzir a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) apenas ao ensino de conceitos técnicos contribui para perpetuar mitos associados à Ciência e Tecnologia. Eles alertam contra uma abordagem meramente técnica e internalista da ACT. Essa visão é apoiada por FOUREZ (1997) e está alinhada com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 135) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica no Brasil (BRASIL, 2013 p.109).

Neste sentido, para efetivar a IIR na perspectiva da ACT, são necessários objetivos

epistemológicos, pedagógicos e operacionais (FOUREZ et al., 1997). Os objetivos são classificados em três eixos: econômico-político, que lida com capital intelectual; social, focado na democratização do conhecimento; e humanista, voltado para a inclusão cultural.

A perspectiva da ACT se divide em três eixos principais: o primeiro foca na relação entre capital intelectual e bem-estar das nações. O segundo visa a disseminar conhecimentos para decisões democráticas e distribuição de poderes. Segundo Fourez, o objetivo é que os cidadãos não se sintam impotentes diante da ciência e tecnologia. O terceiro eixo aborda os valores e a inclusão de cada cidadão na cultura técnico-científica. A ideia é familiarizar as pessoas com essa linguagem, permitindo comunicação e interação eficaz.

Pedagogicamente, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) tem como meta desenvolver cidadãos que sejam alfabetizados cientificamente, permitindo-lhes entender e interpretar informações relacionadas à ciência e tecnologia (FOUREZ, 1997 p. 35). Isso dá ao cidadão autonomia e capacidade para agir de forma crítica e independente em um mundo cada vez mais voltado para essas áreas. Essa autonomia se baseia em três pilares: domínio econômico, habilidades de comunicação e capacidade de análise e interpretação de fenômenos. Dessa forma, a ACT não se limita a ensinar fórmulas ou conceitos, mas sim a fornecer as ferramentas para que o indivíduo possa aplicar esse conhecimento de forma prática, através de um "saber fazer" e um "poder fazer" (FOUREZ, 1997 p. 35).

Segundo FOUREZ (1997), a Ilha de Racionalidade (IIR) serve como um modelo estruturado que possibilita uma discussão aberta e racional sobre situações específicas. O modelo aborda a abertura de "caixas pretas", permitindo debates fundamentados sobre as escolhas e decisões envolvidas (FOUREZ, 1997 p. 4). Esta representação tem como objetivo principal facilitar uma comunicação eficaz e debates racionais, especialmente na tomada de decisões

(FOUREZ, 1997a p. 5). A IIR não se categoriza como uma divisão de disciplinas acadêmicas, mas é contextual e projetual, com seu significado e utilidade dependentes do contexto e projeto em que é aplicada. Existem geralmente dois tipos de Ilhas de Racionalidade: 1) Aquelas que focam em situações concretas e reais; 2) Aquelas que se organizam em torno de um conceito ou noção abstrata.

Além disso, as ilhas de racionalidade são compostas de oito etapas: 1) o clichê que representa o ponto de partida do projeto ou a situação a ser estudada; 2) o panorama espontâneo onde se amplia as circunstâncias do clichê e ajuda nas direções das escolhas que se quer do projeto; 3) a consulta aos especialistas e especialidades onde a equipe determina quais especialistas irão consultar; 4) a ida à prática associada ao cotidiano do estudante; 5) a abertura aprofundada de alguma caixa preta para buscar Princípios Disciplinares: Esta etapa constitui-se em introduzir os conteúdos conceituais para atingir disciplinas específicas; 6) esquematizando a situação pensada: é a fase de estabelecer uma junção parcial ou esquema que descreva o que foi estudado a partir da IIR. Esta etapa especifica-se pela exibição do que já foi trabalhado durante o andamento do projeto e exhibe os resultados parciais da pesquisa; 7) abertura de algumas caixas pretas sem a ajuda de especialistas: nesta fase a equipe poderá indagar questionamentos, ou caixas pretas, sem a ajuda de especialistas. Esta etapa evidencia-se como um suplemento das etapas anteriores; 8) esta última etapa refere-se à síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade: constitui-se na elaboração de um texto ou relato do que foi instituído durante a intervenção do projeto, tomando o cuidado de não contemplar unicamente uma disciplina.

a. A Alfabetização Científica e Técnica (ACT)

A sociedade está cada vez mais desenvolvida científica e tecnologicamente e a ciência e a tecnologia desempenham um papel determinante na dinâmica social. Isso requer que os sujeitos sociais sejam alfabetizados científica e

tecnicamente a partir da escola, inseridos em discussões sobre ciência e tecnologia. Entretanto, a forma tradicional como o ensino tem sido conduzido no nível médio pouco favorece ao estudante relacionar os conceitos científicos que ele aprende nas diversas disciplinas com o seu cotidiano, um fator que implica no desinteresse pelas ciências.

O foco dos estudiosos da didática das ciências é desenvolver uma educação científica que forme cidadãos críticos e conscientes, aptos a viver e agir em uma sociedade cada vez mais tecnológica. Segundo SASSERON, CARVALHO (2011), o termo para esse tipo de educação varia com a língua e a cultura: em espanhol é chamado de "Alfabetización Científica", em francês "Alphabétisation Scientifique" e em inglês "Scientific Literacy". No contexto brasileiro, são utilizadas expressões como "Letramento Científico", "Enculturação Científica" e "Alfabetização Científica". FOUREZ (1997) complementa essa perspectiva, afirmando que a Alfabetização Científica e Técnica (ACT) deve permitir que o indivíduo alcance autonomia em suas decisões, tenha habilidades de comunicação eficaz e adquira senso de responsabilidade. O objetivo dessa educação é preparar o estudante para entender e se envolver em questões que afetam sua vida cotidiana, a sociedade e o meio ambiente. A literatura na área converge para a ideia de uma educação em ciências que não apenas informa, mas também forma cidadãos ativos, com domínio da linguagem e dos conceitos científicos, capazes de tomar decisões bem fundamentadas que afetam suas vidas e a comunidade em geral.

Nesta pesquisa, portanto, utiliza-se o termo alfabetização científica ao entendimento de um sujeito que é alfabetizado científica e tecnologicamente quando se utiliza de conceitos científicos e integra valores e saberes para adotar decisões responsáveis, quando compreende que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e tecnologias, quando reconhece tanto os limites como a utilidade das ciências e tecnologias para o progresso e bem estar humano, e quando

distingue principais conceitos, hipóteses e teorias científicas sendo capaz de aplicá-los.

b. A perspectiva da Interdisciplinaridade.

Não é de hoje que professores do nível básico de ensino carecem de uma mudança metodológica e mais abrangente que contemple questões relacionadas com o cotidiano, permitindo um engajamento maior entre as disciplinas, isto é, que possibilite a interdisciplinaridade. Todavia, o termo interdisciplinaridade apresenta significações distintas entre alguns teóricos, conforme pode ser observado nas duas concepções discutidas a seguir.

Interdisciplinaridade é a interação de duas ou mais disciplinas, que pode ir desde a simples comunicação de ideias até a integração recíproca dos contextos fundamentais e da teoria do conhecimento, da metodologia e dos dados de pesquisa. Estas interações podem implicar transferências de leis de uma disciplina para outra e, inclusive em alguns casos, darem lugar a um novo corpo disciplinar, como a bioquímica ou a psicolinguística. Essa concepção pode ser encontrada na configuração das áreas de Ciências Sociais e Ciências Experimentais no ensino médio e da área de Conhecimento do meio no ensino fundamental (ZABALA, 2002, p. 35).

Segundo FOUREZ (2002), as múltiplas abordagens necessárias para analisar os problemas da vida cotidiana, pré-requisitos da interdisciplinaridade, podem conduzir a duas perspectivas diferentes: a interdisciplinaridade no sentido amplo e a interdisciplinaridade no sentido restrito. A interdisciplinaridade no seu sentido amplo reúne várias abordagens disciplinares, num processo supostamente neutro, na tentativa de produzir uma representação mais completa da realidade, independentemente de qualquer critério particular. A interdisciplinaridade no sentido restrito, defendida por FOUREZ (2002), “é concebida como uma prática essencialmente ‘política’, quer dizer, como uma negociação entre diferentes pontos de vista para, finalmente,

se decidir uma representação considerada adequada com vista a uma ação” (p. 149).

Também colaboram com esta perspectiva MONGUI, MORENO (2007), em que discutem uma proposta didática para falar da relação da física com outras ciências, remetendo assim, à interdisciplinaridade.

Outra autora que discute a interdisciplinaridade é Rodríguez Peña (2015), em que traz a contribuição da interdisciplinaridade como metodologia, que aplicada ao processo ensino-aprendizagem permite a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, que estabelece relações de cooperação com uma linguagem comum que promove o pensamento interdisciplinar dos estudantes.

MAINGAIN, DUFOUR (2008) esclarecem que a interdisciplinaridade não visa criar uma disciplina, mas sim desenvolver nos alunos a habilidade para abordar uma problemática complexa. Segundo os autores, as disciplinas existentes são mobilizadas de forma diferente, servindo a "uma representação interdisciplinar, ligada ao objeto tratado" (MAINGAIN; DUFOUR, 2008 p. 77). Isso ocorre através da negociação de um projeto pedagógico que integra várias disciplinas com foco em pesquisa e ação. A prática interdisciplinar, portanto, busca desenvolver nos alunos uma competência interdisciplinar, permitindo que eles conectem campos de conhecimento que são geralmente tratados de forma isolada no ensino tradicional.

Particularmente, nesta pesquisa, buscaram-se elementos que caracterizam a interdisciplinaridade como uma decisão política consciente. Quer dizer, no sentido restrito, na medida em que os estudantes engajados negociam diferentes pontos de vista e perspectivas para, no final, representá-los de forma mais adequada e precisa às situações vividas ou escolhidas por eles mesmos.

2. Procedimentos metodológicos

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa realizada junto a uma turma de estudantes do terceiro ano do ensino médio do período diurno e noturno de um Colégio Estadual público ligado à Secretaria de Estado de Educação do Estado do Paraná. Tem como objetivo principal, identificar contribuições da Teoria das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) a partir de uma sequência didática desenvolvida na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica (ACT) na aprendizagem de Eletromagnetismo, em que a IIR produzida é do tipo que se organiza em torno de uma situação concreta. Os dados foram constituídos por meio do desenvolvimento de uma sequência didática que teve um total de 15 encontros, sendo realizada durante as aulas de Física.

Como parte do procedimento metodológico adotado, usamos uma sequência didática a partir das etapas da IIR (Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade), tendo-se na primeira etapa dessa sequência empregado um filme, por parte do professor, cujo título é “Um Sinal de Esperança, baseado em fatos reais. O filme retrata o período vivido pelos judeus em um gueto na Polônia, estes judeus eram impedidos de saberem o horário e de terem acesso a qualquer notícia externa, seja por jornal escrito ou quaisquer meios comunitativos de abrangência coletiva. Este filme é baseado na obra de Jurek Becker (Jakob, O mentiroso), o escritor que viveu o horror da guerra neste gueto polonês. Após assistirem o filme, o tema escolhido pelos estudantes foi o rádio.

Ao desenvolvimento desta pesquisa estabeleceram-se intervenções por meio de uma sequência didática (SD) nas aulas de Física, trabalhando o conteúdo estruturante Eletromagnetismo e suas aplicações e implicações na sociedade em conjunto com outra disciplina, a de História, buscando uma intervenção didática com a temática do filme “Um sinal de esperança”.

A maior parte da pesquisa ocorreu mediante 4 grupos, cada um constando 10 estudantes, totalizando 40 estudantes. Já a análise foi realizada por amostragem, referente à produção

da IIR de dois grupos, o grupo chamado de número 1 e o grupo chamado de número 4. A escolha foi baseada em critérios de realização das atividades e de compromissos no processo da IIR, motivo este da seleção destes dois grupos mencionados. Os outros grupos (grupos 2 e 3) foram descartados, em razão de vários alunos ali terem se ausentado de pelo menos 3 encontros importantes na elaboração da IIR, logo, não completando as atividades previstas.

O software Maxqda foi utilizado em duas etapas (1 e 8) da IIR (conforme Quadro 1), tendo em vista o auxílio na organização dos dados constituídos durante o desenvolvimento da sequência didática.

a. O tema escolhido e sua caracterização

A escolha do tema “Rádio”, decorre a partir da apresentação de um filme baseado em fatos relatado por Jurek Becker em seu best-seller “Jakob o Mentiroso” e também através do filme de mesmo título Jakob the Liar KASSOVITZ, 1998. O rádio chamou a atenção dos estudantes, embora não seja o elemento central do filme. O foco se dá na mentira que o personagem Jakob conta para levar certa esperança ao gueto, interrompendo com uma série de suicídios dos prisioneiros de guerra. Deste modo, o rádio é um dos elementos importantes que aparece no contexto histórico no qual se passou o filme. A opção por estudar o rádio foi uma forma de aproximar o tema escolhido pelos estudantes, tendo em vista sua importância para explorar conceitos do Eletromagnetismo como componente tecnológico e histórico.

Os resultados serão apresentados pela sequência desenvolvida a partir da IIR, cujas etapas se mencionam no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Etapas da IIR e Unidades de registro para análise.

Etapa da IIR	Unidade de Registro
1 Fazer um clichê da situação estudada.	Questionário individual.
2 Panorama espontâneo.	Levantamento de perguntas sobre o assunto estudado.

apresentar uma resposta à situação-problema sobre o funcionamento do rádio, conectando saberes do Eletromagnetismo e saberes da História. Ao final, os estudantes deviam apresentar um texto informativo e, também como produto, a confecção de um rádio de galena¹ explicando sua construção.

A situação-problema foi apresentada como tema central “Rádio”. Inicialmente os estudantes achavam que se tratava de uma resposta simples e sem aprofundamento, avisando-os assim que seria necessário adentrarem-se sobre o tema, e esgotar todos os pontos de vista envolvidos e que isso envolveria componente interdisciplinar com História e com a engenharia elétrica.

Em continuidade, aplicou-se um questionário para verificar os conhecimentos prévios que os estudantes possuíam sobre o rádio (a importância do rádio, a importância da invenção do rádio, se os estudantes costumam ouvir rádio e que programas preferem, sobre outras possibilidades que hoje existem graças à invenção da rádio, se houve migração da rádio para outros meios de comunicação e por que se deu tal movimento, que conceitos de Física são possíveis explorar com o aprofundamento do estudo sobre a tecnologia do rádio, como se dá a recepção e captação das ondas de rádio e sobre as classificações das rádios: AM/FM entre outras). Após a aplicação do questionário individual, pediu-se aos estudantes que formassem grupos com dez integrantes e que se mantivessem nesses grupos até o final da atividade.

O panorama espontâneo

Nesta etapa ainda prepondera uma perspectiva espontânea, no sentido de que os estudantes não recorrem aos especialistas. Após fazer o (clichê), os estudantes, utilizando os seus próprios recursos e da equipe, procuram ampliar o contexto do clichê sem o uso de especialistas

para colocar os saberes estabelecidos. Seguiu-se a recomendação de FOUREZ (1997) de fazer um levantamento dos atores envolvidos, das normas implícitas ou explícitas, das limitações, das posturas e tensões, das caixas pretas, das bifurcações e dos especialistas.

Prontificou-se em promover que os estudantes levantassem várias questões sobre o tema. Durante o tempo de desenvolvimento do processo do panorama espontâneo, os grupos dedicaram-se ao levantamento de dúvidas, em que se percebeu uma interação entre os grupos, surgindo deles o pedido por um especialista da área à explicação de pontos que ficaram obscuros, mesmo tendo os grupos consultado determinados vídeos e simulações indicadas pelo professor pesquisador. Na aula destinada a esta etapa, os estudantes levantaram questões e as entregaram no final da aula, mostradas na Quadro 2 a seguir:

Quadro 2. Algumas questões levantadas pelos estudantes.

Questão	Perguntas
01	Que informações têm no visor de um rádio?
02	Que componentes são necessários para a montagem de um rádio?
03	Como ocorrem a captação e recepção das ondas do rádio?
04	Um rádio é um circuito elétrico de que tipo? E como funciona?
05	Quando mexemos no botão de sintonia, o que está acontecendo na verdade?
06	É possível captar outros sinais com o rádio?
07	Há alguma legislação que regulamente a abertura de uma rádio? Podem usar qualquer frequência? Há alguma frequência que é de uso restrito?
08	Que transformações ocorrem do som na sua origem na estação até chegar o som para o ouvinte?

utilizava de um diodo de germânio, e um fone de alta impedância, características que o tornaram conhecido e muito utilizado na Segunda Guerra Mundial por prisioneiros e soldados do fronte.

¹ O rádio de galena é considerado uma versão simples dos rádios, visto que não utiliza de fonte de energia externa, trabalhando apenas com a energia da onda emitida pela antena emissora que chega à antena do rádio, antena esta que pode ser qualquer tipo de metal esticado, mais uma bobina montada com fio esmaltado e um diodo, que na época era usado a galena. Na época, ainda se

09	Algum país já proibiu a instalação de estação de rádio? Houve algum momento na história que foi proibido o uso do rádio?
10	O rádio substituiu o jornal impresso? O rádio já é uma tecnologia ultrapassada?

Fonte: autores (2021).

Explicou-se aos estudantes que algumas destas questões poderiam ser consideradas “caixas pretas” e que este termo se refere a um conhecimento de conteúdo que pode ou não ser aprofundado para o entendimento da situação-problema. As questões só permaneceriam se tivessem vínculo com a situação-problema para serem separadamente tratadas com a área de conhecimento que ela pertencia.

Tais questões foram na sequência apresentadas aos grupos para que dialogassem entre seus pares e, posteriormente, se manifestarem expondo o que compreendiam acerca de cada questão. Nesta etapa foi dialogado com a turma sobre seus saberes em torno das questões propostas, procurando-se esclarecer e conscientizar que seriam necessários estabelecer critérios para resolver a situação-problema. Assim, diversas questões necessitavam de um esclarecimento e aprofundamento para esclarecer a situação-problema. O registro das respostas a essas questões ocorreu espontaneamente em forma escrita pelos grupos.

Consulta aos especialistas

Nesta etapa escolheram-se os especialistas envolvidos no projeto. Esta escolha esteve associada à abertura das caixas pretas elencadas, ligadas às diferentes áreas do conhecimento, com um aprofundamento no conhecimento específico das áreas envolvidas. Foram informadas, aos especialistas, quais as caixas pretas que ele devesse dar prioridade, evitando a permanência de uma abordagem muito teórica ou demasiadamente geral.

No caso da História, o especialista foi um Professor da Escola que participou do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, o qual

abordou algumas questões levantadas na etapa do panorama espontâneo já descrito no item anterior. Outro especialista convidado foi um Professor da Área de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação do Paraná (IFPR), Campus Campo Largo, que explorou as questões levantadas pelos estudantes pertinentes à área elencada no panorama espontâneo, tendo o próprio pesquisador como especialista da área de Física respondendo as questões que cabem à área.

O contato com os especialistas requer dos estudantes o aprofundamento das questões e o levantamento de novas questões que não apareceram no panorama espontâneo. De maneira pragmática, solicitou-se aos estudantes que selecionassem apenas questões ligadas ao projeto e que outras questões poderiam ser colocadas no decorrer da intervenção. Aos especialistas, informou-se que não deveriam ultrapassar o tempo de uma hora na explanação, com mais trinta minutos para esclarecimento de dúvidas. FOUREZ (1997) indica a importância de controlar a contribuição do especialista, uma vez que, por possuir um conhecimento aprofundado, pode ultrapassar o momento do desfecho desejado às questões levantadas.

Indo à prática com a abertura das caixas pretas

Na prática, a princípio se objetiva aos estudantes: compreender a situação-problema, promover a ampliação do panorama espontâneo, revelar a dimensão humana presente no projeto e possibilitar a interação do contexto do projeto com o contexto escolar. É o momento de exploração dos conhecimentos definidos no projeto da IIR, em que os estudantes constroem um rádio de galena (Figura 2).

Houve significativo envolvimento dos grupos nesta etapa, com estudantes realizando idas e vindas em etapas anteriores aos avanços na confecção do dispositivo. Como exemplo na dificuldade que os estudantes tiveram em preparar a antena, eles indagaram aos especialistas a viabilidade de a antena

permanecer tocando o solo, situação que se viu corrigida nesta mediação.



Figura 2. Estudantes confeccionando o rádio de galena sem utilização de pilhas ou fonte.
Fonte: autores (2021).

Esquematização de uma tecnologia global

Nesta etapa ocorreu a elaboração de uma ficha técnica, uma síntese da situação-problema estudada. Objetivou-se por ela que os estudantes expressassem os pontos importantes discutidos e que representassem a IIR produzida até o momento. A síntese desta etapa consistiu na construção dos mapas mental e conceitual somando-se a esquematização do circuito elétrico da tecnologia estudada, no caso o rádio. Cabe dizer que a metodologia da IIR (FOUREZ, 1997) não consiste em etapas inalteráveis, são sugestões de etapas onde se trabalha com constantes idas e voltas, que são definidas pelas necessidades do projeto.

A seguir, as Figuras 3 e 4 representam a produção de um dos grupos sobre esta etapa, caracterizando um exemplar de típico desempenho alcançado no contexto.

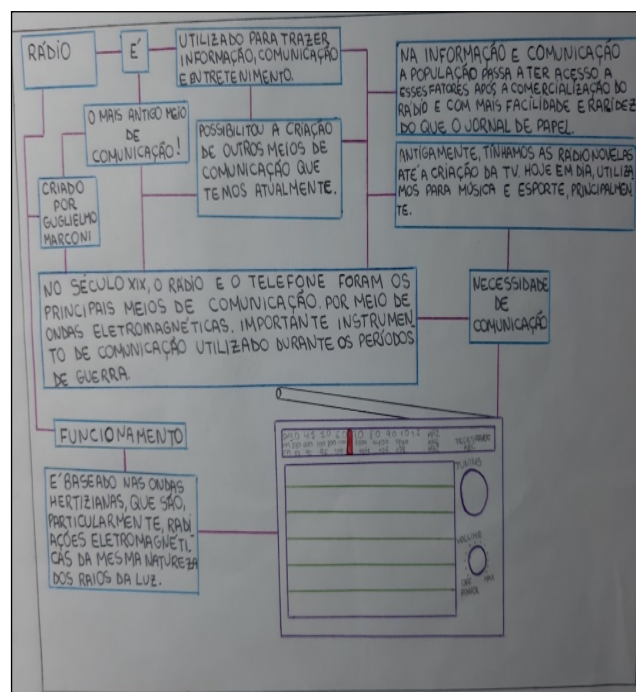


Figura 3. Mapa produzido pelos estudantes sobre a tecnologia.

Fonte: autores (2021).

O mapa apresentado por este grupo de estudantes ainda apresenta certa falta de estrutura, apesar de resgatar elementos do Eletromagnetismo. O grupo descreve o funcionamento básico apontando que o rádio é baseado em ondas hertzianas, radiação eletromagnética da mesma natureza da luz e há certa conexão com alguns elementos dos conteúdos de História. Trazem basicamente a história do rádio, indicando Guglielmo Marconi como seu inventor. Também se conectam a outras invenções importantes ao longo da história, como a invenção do telefone, sendo os dois inventos funcionando por meio de ondas eletromagnéticas e que foram importantes meios de comunicação durante os períodos de guerra. Nota-se aqui uma conexão interdisciplinar, que era um dos objetivos do projeto. Os estudantes também citam a TV como importante à necessidade da informação, entre outros inventos.

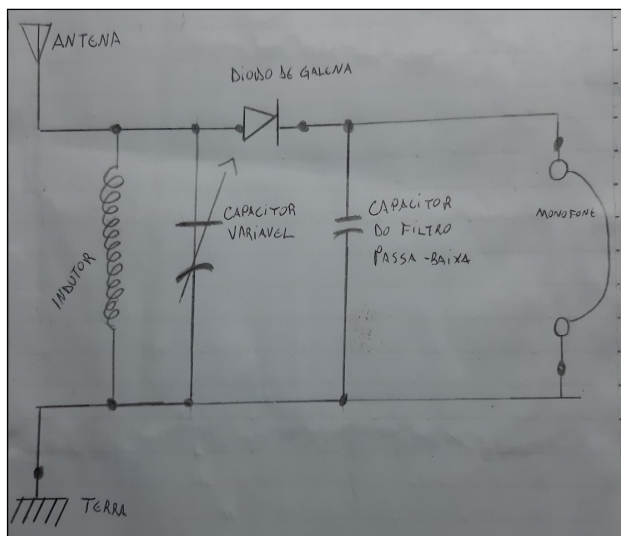


Figura 4. Esquematisação global da tecnologia produzida por um grupo de estudantes em forma de circuito elétrico.

Fonte: autores (2021).

Verificamos que este grupo de estudantes caracterizou elementos básicos utilizados para representar a tecnologia do rádio, como a antena, o indutor, o capacitor variável, o capacitor de filtro, o diodo de galena e o fone. Nesta esquematização global da tecnologia, os estudantes deveriam representar o circuito elétrico utilizado na etapa anterior acerca da confecção da tecnologia, o rádio de galena, objetivo então alcançado dentro de um dos pressupostos da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), que é a autonomia.

A figura 5 a seguir, representa o rádio de galena para captar o sinal, a figura mostra que estão conectados o fio de aterramento, o fio da antena e o fone piezoelétrico de alta-impedância. Nesta figura verificamos todos os componentes do circuito elétrico trabalhados na etapa anterior e já em funcionamento.



Figura 5. Rádio de Galena em Funcionamento.
Fonte: autores (2021).

Abertura das caixas pretas sem a ajuda dos especialistas

No circuito elétrico apresentado pelos grupos, alguns elementos (componentes) aparentaram desconhecidos pelos estudantes, necessitando de maiores esclarecimentos de tais elementos acerca de suas funções específicas no dispositivo montado (radio), situação em que o professor atua (especialista).

As caixas pretas pertencentes à dimensão da Física e associadas ao plano de trabalho docente seguem direcionadas ao terceiro ano do Ensino Médio em eletromagnetismo como, por exemplo, circuitos elétricos, elementos do circuito elétrico e ondas eletromagnéticas. Nesse momento se estabeleceu um estudo sobre circuitos elétricos e seus elementos, havendo um encaixe com a situação-problema proposta pelo projeto. O planejamento aconteceu em função do projeto e do que se poderia explorar com sua realização.

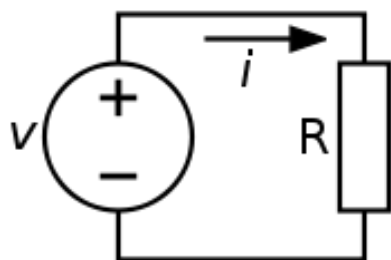


Figura 6. Circuito elétrico simples.
Fonte: GASPAS (2016).

Em circuitos elétricos foram abordadas questões referentes aos capacitores, o que são e sua utilidade, os tipos específicos e uma breve descrição matemática e fenomenológica. Utilizou-se, como exemplo, para que os estudantes entendam a situação em que ocorre a descarga elétrica, nuvens carregadas a certa distância da superfície da Terra, explicando que o conjunto (nuvem e superfície) representa um tipo de capacitor (com placas paralelas) com determinada capacitância, de acordo com a Figura 7:

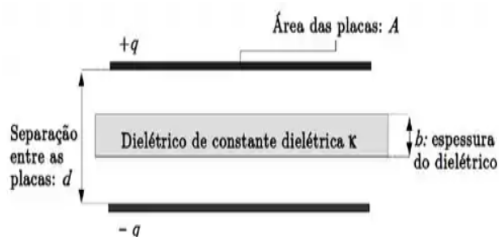


Figura 7. Capacitor de placas paralelas.
Fonte: TIPLER, MOSCA (2006).

Buscou-se caracterizar a definição de capacitor como um dispositivo que armazena carga de forma eficiente, diferenciando capacitor como dispositivo e capacitância como uma propriedade. Dentre as aplicações dos capacitores, discutiu-se haver um capacitor em um microfone utilizado por locutores de rádio ou cantores chamado de microfone condensador, constituído de uma placa rígida e outra flexível, pelo qual se possibilita converter uma onda sonora em um fluxo de carga que pode ser amplificada e gravada digitalmente. Ainda se

esclareceu o porquê da utilização de capacitores cerâmicos, no experimento realizado na fase da IIR “Ida à prática”, ao invés do capacitor variável próprio para sintonia, quer dizer, este último útil para se mudar de estação nesse circuito ressonante LC (indutor/bobina e capacitor). Já outro componente discutido do circuito elétrico é o diodo especificado na Figura 8, cuja função básica é de se comportar como condutor ou isolante elétrico, dependendo da forma como a tensão é aplicada em seus terminais, permitindo ali retificar sinais de baixa intensidade.



Figura 8. Diodo de germânio utilizado no experimento. Fonte: autores (2021).

Aos demais componentes, esclareceu-se que a bobina é um componente indispensável à constituição do circuito LC deste rádio de Galena, que poderia até ser de indutância variável para a sintonia, mas que se optou por deixar apenas o capacitor variável a esta função. Também se explorou a finalidade de um fone de cristal piezoelétrico, material piezoelétrico que possui a capacidade de gerar som ao sofrer deformações mecânicas provocadas cargas elétricas (piezoelectricidade é um conceito interpretado à produção de energia elétrica devido à compressão de determinados materiais, cujo efeito inverso também ocorre no caso do fone de cristal).

Ao final da aula, depois de explorado os conceitos pertinentes à “caixa preta” da dimensão da Física e respondido as questões

relacionadas, os grupos de estudantes elaboraram um esquema circuitual, explicando eles mesmos cada elemento do circuito e qual finalidade de cada um dos componentes ali presentes, resultado este apresentado na Figura 9 por um grupo de estudantes, indicando o aprofundamento das ideias previstas nesta fase da IIR.

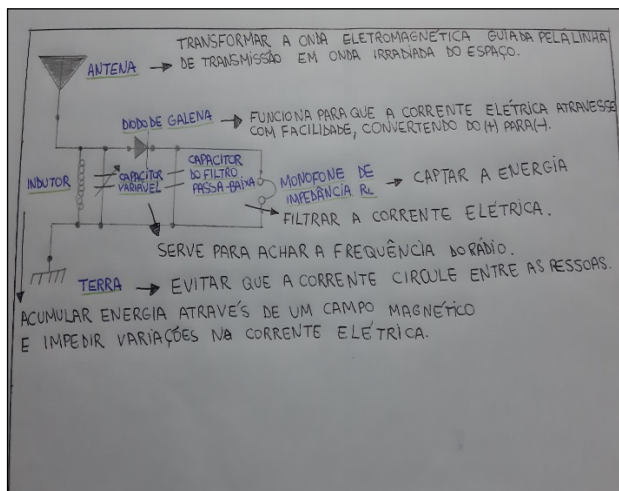


Figura 9. Esquema do circuito elétrico e suas finalidades produzida pelos estudantes. Fonte: autores (2021).

FOUREZ et al. (1997) explicam que, para a construção da IIR, se deve levar em conta os objetivos pedagógicos – autonomia, domínio e comunicação – baseados na negociação, significando que ela deve ser privilegiada e enfatizada. Neste caso, podemos perceber uma evolução das concepções de alguns conceitos apresentados pelos estudantes, visto os termos em detalhes ao esquema do circuito elétrico e suas finalidades descrevendo cada elemento do circuito elétrico. Isso permitiu avaliar que alguns alunos, durante as etapas, adquiriram autonomia, domínio e, por último, estabeleceram uma comunicação destes novos conhecimentos por meio de representações pictóricas da tecnologia conforme se nota na Figura 9.

O produto final e a socialização

Ao final do projeto foi explicado aos estudantes que eles deveriam fazer um produto final em

forma de texto informativo sobre a tecnologia, e suas implicações, fazendo referência à tecnologia e ao filme, com o seguinte título motivador “**Rádio**”. Explicou-se que o texto seria a síntese do projeto e que ele faria referência às diversas áreas do projeto abordadas durante a pesquisa, e que esta síntese procuraria abarcar as áreas estudadas com a abertura das “caixas pretas”. O texto então elaborado constituiu a representação interdisciplinar, ou seja, na ilha interdisciplinar de racionalidade a ser desenvolvida com os estudantes, tratando-se de uma etapa essencial, mesmo com a dificuldade dos estudantes em relação à seleção e síntese, e o trabalho tendo que ser realizado com a mediação do professor. A seguir, no Quadro 3, e a título de exemplo, tem-se na íntegra a transcrição do texto elaborado pelo grupo 1, preservando a sua essência sem alteração da ortografia e concordância verbal.

Quadro 3. Texto informativo produzido por um grupo de estudantes (grupo 1).

O rádio é principalmente um sistema de comunicação usando ondas eletromagnéticas que se propagam pelo espaço. No geral eles destacam-se pela sua frequência inversa ao seu comprimento. No entanto qualquer aparelho de rádio terá um botão de sintonia de estação, volume, visor para identificação da estação, alto falante e antena, além de uma ligação com a fonte de energia elétrica. A função da fonte de energia é fazer funcionar o circuito elétrico interno e externo. No entanto, o som ainda transformado em corrente elétrica é enviado até o circuito do alto falante, por isso o rádio deixa de receber as informações quando embrulhado em papel alumínio. Os sistemas normais de rádio contam com dois componentes básicos: o transmissor e o receptor. O primeiro é composto de um gerador de oscilações que converte a corrente elétrica em oscilações de uma determinada frequência de rádio, um transdutor que converte a informação transmitida em modulador, que controla as variações na intensidade de oscilação ou na frequência de onda portadora, sendo efetuado em níveis alto ou baixo. Já o receptor é basicamente qualquer dispositivo que transforma energia elétrica em não elétrica.

Antigamente o rádio era de extrema importância principalmente na segunda guerra mundial, onde os alemães proibiram os rádios nos guetos justamente para evitar que as notícias se espalhassem e manter os prisioneiros no escuro e sem

pesquisas anteriores, enriquecendo assim o debate acadêmico sobre métodos de ensino em ciências.

Diversos autores foram citados na fundamentação teórica, desde Fourez E Pietrocola, que discutem a interdisciplinaridade e a importância do clichê, até Auler, Delizoicov, Sasseron e Carvalho, que abordam a Alfabetização Científica e Técnica (ACT). Esses autores fornecem uma base sólida para a aplicação da Teoria das IIR no ensino de Eletromagnetismo, permitindo uma análise criteriosa das oito etapas propostas por essa teoria

Tendo estabelecido o contexto e a relevância da análise, procederemos agora à discussão detalhada das oito etapas da IIR. Cada etapa será examinada à luz dos autores citados, e será dada especial atenção às evidências de aprendizagem dos alunos. Abaixo, apresentamos os resultados que destacam não apenas a eficácia da abordagem IIR em melhorar o engajamento e a compreensão dos alunos, mas também sua efetividade em alcançar resultados educacionais significativos. Vários indicadores de aprendizagem foram observados, tais como o aumento no engajamento dos alunos, melhoria nas avaliações e a capacidade de aplicar conhecimento teórico em contextos práticos.

a. Clichê da Situação Estudada: Desafios Iniciais

De acordo com PIETROCOLA et al. (2000), a fase do clichê é a base para qualquer projeto interdisciplinar. No nosso caso, o clichê era a visão simplista sobre o Eletromagnetismo. Foi crucial para estabelecer a necessidade de um ensino mais aprofundado, ressoando com os princípios de Alfabetização Científica e Técnica (ACT) postulados por AULER, DELIZOICOV (2001). O pré-teste aplicado revelou que os alunos tinham uma compreensão superficial sobre o Eletromagnetismo. Depois de introduzir o clichê, houve um aumento perceptível nas

perguntas feitas pelos alunos, mostrando um maior interesse e curiosidade sobre o tema.

b. Panorama Espontâneo

Nesta etapa, inspirada pelo conceito de "ilhas de racionalidade" de FOUREZ (1997), expandimos o clichê para incluir aspectos históricos e de engenharia elétrica. Isso ajudou os alunos a verem o Eletromagnetismo como um fenômeno multidisciplinar, indo além do currículo tradicional (BRASIL, 2006, 2013). A participação dos alunos aumentou em 20% durante as discussões em classe, e houve um aumento nas referências a contextos históricos e aplicados do Eletromagnetismo, mostrando que eles começaram a ver o tema de forma mais ampla.

c. Consulta aos Especialistas

Seguindo as diretrizes da IIR, esta etapa envolveu a consulta a especialistas em Física e Engenharia Elétrica. A consulta é coerente com a Alfabetização Científica e Técnica, conforme descrito por SASSERON, CARVALHO (2011), permitindo aos alunos entenderem o conteúdo de uma forma mais contextualizada. As notas de avaliação dos alunos sobre os conceitos apresentados pelos especialistas mostraram um aumento médio de 15% em relação ao pré-teste. Além disso, as perguntas feitas aos especialistas foram mais aprofundadas, demonstrando uma maior compreensão do tema.

d. Ida à Prática

Nesta fase, os alunos foram incentivados a associar o conhecimento teórico ao cotidiano, uma abordagem também endossada por GASPAR (2016) e TIPLER, MOSCA (2006) para o ensino de Física. Esse processo de "abertura de caixas pretas" é central na IIR, como discutido por FOUREZ (2001). Os projetos práticos realizados pelos alunos, como a criação de um pequeno motor elétrico, receberam notas médias 25% mais altas em comparação com projetos similares em semestres anteriores.

e. Abertura Aprofundada de Alguma Caixa Preta

Conforme MONGUI, MORENO (2007), essa etapa é crucial para entender princípios disciplinares. Aqui, aprofundamos em leis de Maxwell e sua aplicação prática em dispositivos de rádio, corroborando com as sugestões de MAINGAIN, DUFOUR (2008) sobre a interdisciplinaridade. As respostas dos alunos a perguntas sobre as leis de Maxwell e aplicações práticas, como o funcionamento de um rádio, melhoraram em 30%, como avaliado por um teste formativo.

f. Esquematisando a Situação Pensada

Aqui, os alunos esquematizam suas descobertas, um processo defendido por SCHMITZ (2004) em sua dissertação sobre a IIR. Eles exibiram suas conclusões parciais, ressoando com a ênfase na "alfabetização" e compreensão multidisciplinar (RODRÍGUEZ PEÑA, 2015). As apresentações dos alunos sobre suas descobertas foram bem articuladas e mostraram a aplicação de conceitos multidisciplinares, o que foi validado por uma avaliação peer-review na classe.

g. Abertura de Caixas Pretas Sem Especialistas

Nesta etapa, os alunos formulam suas próprias perguntas e tentam resolvê-las, um aspecto também promovido pelo ACT, como discutido por SASSERON, CARVALHO (2011). Isso demonstra um nível de autonomia e engajamento na aprendizagem. Vários grupos de alunos formularam e investigaram suas próprias perguntas, chegando a conclusões significativas. Isso foi observado pelo aumento de 20% no engajamento em atividades de pesquisa fora da sala de aula.

h. Síntese da IIR

Finalmente, a síntese envolve a integração de todas as descobertas e experiências em um relato final ou apresentação. Este é o momento onde os alunos demonstram sua Alfabetização Científica

e Técnica, em concordância com as diretrizes do currículo nacional e internacional, como explicado por ZABALA (2002). Na avaliação final, mais de 90% dos alunos foram capazes de integrar conhecimentos de diferentes disciplinas ao discutir o Eletromagnetismo, demonstrando uma compreensão multidisciplinar efetiva do tema.

Ao aplicar a Teoria das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) no ensino de Eletromagnetismo, observamos diversas evidências de aprendizagem que corroboram o impacto positivo dessa estratégia pedagógica. Não apenas houve um aumento na quantidade e qualidade das perguntas feitas pelos alunos desde a fase inicial do clichê, mas também notamos um engajamento significativo em atividades de pesquisa independente. Essas evidências conjuntas demonstram uma melhora tanto na profundidade quanto na amplitude da compreensão dos alunos sobre o tema de Eletromagnetismo. Portanto, os resultados deste estudo oferecem insights significativos para educadores e formuladores de políticas, enfatizando como uma abordagem interdisciplinar pode efetivamente enriquecer o processo de aprendizagem em ciências.

4. Conclusões

A aplicação da Teoria das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) ao ensino do Eletromagnetismo em uma turma de ensino médio de uma escola pública foi uma experiência pedagógica rica e transformadora. Este estudo não só confirmou a eficácia da IIR como uma ferramenta pedagógica robusta, mas também demonstrou seu potencial para revolucionar a forma como as ciências são ensinadas e aprendidas.

Diferente de modelos didáticos lineares, a IIR oferece um ecossistema educacional complexo e interdependente. As oito etapas sequenciais são, na verdade, componentes de um sistema mais amplo que incentiva uma compreensão holística

do assunto em questão. A partir do estágio inicial do clichê até o final na síntese, os alunos são orientados a ir além das explicações superficiais, explorar a complexidade subjacente aos conceitos e aplicar este conhecimento de forma prática e contextualizada. Em cada etapa, houve aprofundamento tanto na compreensão do Eletromagnetismo quanto no desenvolvimento de habilidades essenciais para a Alfabetização Científica e Técnica (ACT).

Especificamente, o projeto alcançou vários objetivos. Primeiramente, foi elaborada uma sequência didática que engajou os alunos com situações-problema relacionadas ao Eletromagnetismo. Em segundo lugar, o aprendizado dos alunos foi avaliado de forma multifacetada, considerando não apenas as observações do professor, mas também o feedback dos próprios alunos por meio de questionários e outras atividades.

Sobre o conceito de interdisciplinaridade de Fourez, o estudo observou uma evolução marcante: o que começou como um simples termo na fase inicial tornou-se uma prática integral e enriquecedora na fase de síntese. Esta evolução permitiu a interligação entre o Eletromagnetismo e outras áreas do conhecimento, como a História, o que é crucial para uma educação verdadeiramente integrada.

A Alfabetização Científica e Técnica (ACT) também foi uma parte integral do projeto, especialmente em termos de desenvolvimento da autonomia dos alunos, do domínio técnico e da habilidade de comunicação. Estes aspectos foram particularmente evidentes durante a fase "ida à prática", onde os alunos assumiram responsabilidades mais significativas na resolução de problemas complexos, como a construção e a operação de um rádio.

Por fim, este estudo serve como um forte endosso à necessidade de reformas curriculares que integrem efetivamente diversas disciplinas e

métodos pedagógicos. O ensino de ciências não pode mais ser uma acumulação isolada de fatos; ele deve se transformar em um exercício prático e contextualizado que prepare os alunos para os desafios multidisciplinares do século 21. A implementação da IIR e de abordagens semelhantes deve, portanto, ser uma alta prioridade para educadores, pesquisadores e decisores políticos que buscam aprimorar a qualidade, a relevância e a eficácia da educação científica em um mundo cada vez mais complexo e interconectado.

5. Referencias

- AULLER, D.; DELIZOICOV, D. (2001) Alfabetização Científico-Tecnológica Para Que? **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação**, Belo Horizonte: Minas Gerais v. 03, n. 1, p. 01-13.
- BARUMBY, J. C. (2021) *Ilha Interdisciplinar de Racionalidade como Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo* **Dissertação de Mestrado**, Curitiba: Paraná f. 124. Universidade Federal do Paraná]. Acervo Digital – Repositório da Universidade Federal do Paraná. 2021.
- BECKER, J. (1987) Jakob o mentiroso. **Companhia das Letras** – São Paulo: 1ª Ed.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. Brasília. 135 p. 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica Bases Legais**. Brasília. 2013.
- FOUREZ, G. (1992) Alphabétisation Scientifique et Technique et Ilôts de Rationalité. **Actes JIES XVI**, Chamonix – France.
- FOUREZ, G. (1997) Qu'entendre par 'îlot de rationalité' et par 'îlot interdisciplinaire de rationalité'. **Aster**, Paris, n. 25, pp. 217-225.
- FOUREZ, G. et al. (1997) **Saber sobre nuestros saberes. Un léxico epistemológico para la enseñanza**. Ediciones Colihue. Buenos Aires, Argentina. 1997.
- FOUREZ, G. (2001). Fondements épistémologiques pour l'interdisciplinarité. In: LENOIR Y.; REY B.; FAZENDA I. (éds.), **Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à**

- l'enseignement.** Ed. du CRP. Sherbrooke: Canadá. pp. 341-348.
- FOUREZ, G. (2002) **A Construção das Ciências. As Lógicas das Invenções Científicas.** Instituto Piaget. Lisboa: Portugal.
- GASPAR, A. (2016) **Compreendendo a Física.** V. 3. 3.^a Ed. Ática. São Paulo: Brasil. 2016.
- MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. (2008). A interdisciplinaridade em sentido estrito. In FOUREZ, G. (Dir.). **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade.** Instituto Piaget. Lisboa: Portugal. 2008. pp. 81-118.
- MONGUI, L. H.; MORENO, J. A. Propuesta didáctica para hallar la relación de la física con otras disciplinas. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias,** Bogotá: Colombia, v. 2, n. 1, pp. 57-60. DOI: 10.14483/23464712.5312. 2007. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5312>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- NEHRING, C. M., SILVA, C. C., TRINDADE, J. A. D. O., PIETROCOLA, M., LEITE, R. C. M., & PINHEIRO, T. D. F. (2000). As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), 2, 88-105.
- RODRÍGUEZ P. Y. (2015). La interdisciplinariedad y la formación profesional: una reflexión desde la disciplina de física. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias,** 10(1), 116-124. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.GDLA.2015.1.a07>
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. (2011) Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências,** Porto Alegre: Rio Grande do Sul v. 16, n. 1, pp. 59-77.
- SCHMITZ, C. **Desafio Docente: As Ilhas de Racionalidade e seus elementos Interdisciplinares.** Dissertação de Mestrado. 260f. UFSC, Florianópolis. 2004.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. (2006) **Física para Cientistas e Engenheiros.** 5a ed. LTC. Rio de Janeiro: Brasil.
- ZABALA, A. (2002) **Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar.** Trad. Ernani Rosa. Artmed. Porto Alegre. 2002.





APRENDENDO SOBRE O CORPO HUMANO POR MEIO DE ENTREVISTAS: QUANDO GRUPOS FOCAIS APROXIMAM ESCOLA E UNIVERSIDADE

LEARNING ABOUT THE HUMAN BODY THROUGH INTERVIEWS: WHEN FOCUS GROUPS BRING SCHOOL AND UNIVERSITY TOGETHER

APRENDIENDO SOBRE EL CUERPO HUMANO A TRAVÉS DE ENTREVISTAS: CUANDO LOS GRUPOS FOCALES SE ACERCAN A LA ESCUELA Y LA UNIVERSIDAD

Rodrigo de Souza Silva dos Santos* , Patrícia Petitinga Silva** 
Gabriel Ribeiro*** 

Como citar este artículo: dos Santos, R. S.; Silva, P. P.; Ribeiro, G. (2024). Aprendendo sobre o corpo humano por meio de entrevistas: quando grupos focais aproximam escola e universidade. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 135-150. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21218>

Resumo

Um dos principais problemas enfrentados na formação inicial de professores é a limitada integração/articulação entre teoria e prática, ou seja, o eterno desafio de aproximar a escola e a academia. Assim, este estudo tem como objetivo refletir sobre uma experiência pedagógica com grupos focais para o ensino e a aprendizagem sobre o corpo humano, com o propósito de formação de professores de Biologia e de escolares do Ensino Médio. Para isto, foram realizadas entrevistas com escolares distribuídos em oito grupos focais, conduzidas por licenciandos de segundo semestre, do componente curricular Anatomia Humana, do Curso de Licenciatura em Biologia de uma universidade pública federal, situada na região Nordeste do Brasil. As entrevistas, gravadas em áudio e vídeo, tiveram duração mínima de 30 minutos. Em momento posterior, estas entrevistas foram transcritas e discutidas em aulas do componente curricular Anatomia Humana, tendo em vista não somente os aspectos relacionados à dimensão morfofuncional do corpo humano, mas também perspectivas pedagógicas adotadas na Educação Básica e processos de ensino e aprendizagem, de acordo com os relatos das entrevistas. Análises qualitativas das entrevistas evidenciaram que a atividade com grupos focais possibilitou aos licenciandos a vivência da docência, ao atuarem como facilitadores das entrevistas, e a aprendizagem dos escolares, ao compartilharem seus conhecimentos sobre o corpo humano com colegas. A partilha de experiências entre licenciandos e escolares

Recibido: Septiembre 2023; Aprobado: Noviembre 2023

* Licenciado em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil, rodrigo.souza@aluno.ufrb.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0175-5651>.

** Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil, patpetitinga@ufrb.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7724-5458>.

*** Doutor em Ciências da Educação, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, fta_gabrielribeiro@ufrb.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7150-9520>.

favoreceu a construção coletiva de novas aprendizagens, a aproximação entre universidade e escola e a articulação entre teoria e prática na formação docente. O relato de experiência indica que grupos focais, quando operacionalizados no cenário do componente curricular Anatomia Humana, podem constituir-se como uma Prática como Componente Curricular, ampliando-se, assim, o leque de possibilidades mobilizadas para a articulação entre teoria e prática na formação de professores de Biologia.

Palavras-Chave: Ensino de biologia. Formação de professores. Educação básica. Anatomia humana.

Abstract

One of the main problems faced in initial teacher training is the limited integration/articulation between theory and practice, that is, the eternal challenge of bringing school and academia closer together. Thus, this study aims to reflect on a pedagogical experience with focus groups for teaching and learning about the human body, with the purpose of training Biology teachers and high school students. For this purpose, interviews were conducted with students divided into eight focus groups, conducted by second-semester undergraduate students of the Human Anatomy curricular component of the initial training of Biology teachers at a federal public university, located in the Northeast region of Brazil. The interviews, recorded in audio and video, lasted at least 30 minutes. Later, these interviews were transcribed and discussed in classes of the Human Anatomy curricular component, bearing in mind not only aspects related to the morphofunctional dimension of the human body, but also pedagogical perspectives adopted in Basic Education and teaching and learning processes, according to with the interview reports. Qualitative analyzes of the interviews showed that the activity with focus groups enabled the undergraduates to experience teaching, by acting as facilitators of the interviews, and the students' learning, by sharing their knowledge about the human body with colleagues. The sharing of experiences between undergraduates and students favored the collective construction of new learning, the approximation between university and school and the articulation between theory and practice in teacher training. The experience report indicates that focus groups, when operationalized in the scenario of the Human Anatomy curricular component, can be constituted as a Practice as a Curriculum Component, thus expanding the range of possibilities mobilized for the articulation between theory and practice in teacher training of Biology.

Keywords: Biology teaching. Teacher training. Elementary education. Human anatomy.

Resumen

Uno de los principales problemas que enfrenta la formación inicial de profesores es la limitada integración/articulación entre teoría y práctica, es decir, el eterno desafío de acercar la escuela y la academia. Así, este estudio pretende reflexionar sobre una experiencia pedagógica con grupos focales para la enseñanza y el aprendizaje sobre el cuerpo humano, con el propósito de formar profesores de Biología y estudiantes de secundaria. Para ello, se realizaron entrevistas a estudiantes divididos en ocho grupos focales, realizados por estudiantes de segundo semestre del componente

curricular de Anatomía Humana de la Licenciatura en Biología de una universidad pública federal, ubicada en la región Nordeste de Brasil. Las entrevistas, grabadas en audio y vídeo, duraron al menos 30 minutos. Posteriormente, estas entrevistas fueron transcritas y discutidas en clases del componente curricular de Anatomía Humana, teniendo en cuenta no sólo aspectos relacionados con la dimensión morfofuncional del cuerpo humano, sino también las perspectivas pedagógicas adoptadas en la Educación básica y los procesos de enseñanza y aprendizaje, de acuerdo con los informes de la entrevista. Los análisis cualitativos de las entrevistas mostraron que la actividad con grupos focales permitió a los estudiantes experimentar la enseñanza, actuando como facilitadores de las entrevistas, y el aprendizaje de los estudiantes, al compartir sus conocimientos sobre el cuerpo humano con sus colegas. El intercambio de experiencias entre licenciandos y estudiantes favoreció la construcción colectiva de nuevos aprendizajes, la aproximación entre universidad y escuela y la articulación entre teoría y práctica en la formación docente. El informe de la experiencia indica que los grupos focales, cuando operacionalizados en el escenario del componente curricular de Anatomía Humana, pueden constituirse como una Práctica como Componente Curricular, ampliando así la gama de posibilidades movilizadas para la articulación entre teoría y práctica en la formación inicial de profesores de biología.

Palabras-Clave: Enseñanza de la biología. Formación de profesores. Educación básica. Anatomía humana.

1. Introdução

Um dos principais problemas enfrentados na formação inicial de professores é a limitada integração/articulação entre teoria e prática, ou seja, o eterno desafio de aproximar a escola e a academia. Ações voltadas à mitigação desta problemática têm sido pensadas no sentido de ampliar/antecipar as vivências escolares dos licenciandos. Como sustenta Schön (2007), desde o início da profissionalização do professor é preciso transcender os conteúdos programáticos teóricos, relacionando-os às práticas de atuação. Entre as estratégias fomentadas pelo Ministério da Educação para o desenvolvimento da articulação entre teoria e prática, no âmbito da formação docente brasileira, estão o Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), o Programa Residência Pedagógica (RP), o processo de Curricularização da Extensão Universitária e a Prática como Componente Curricular (PCC).

A PCC, objeto deste estudo, foi instituída por meio da Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002, com o propósito de

estabelecer relação dialética entre teoria e prática, objetivando o conhecimento e a análise de situações pedagógicas durante toda a formação dos licenciandos, por meio de ações disciplinares ou interdisciplinares (Brasil, 2002). Oliveira, Brito (2017) explicam que, em cursos de formação de professores de Biologia, a PCC pode ser incorporada ao currículo utilizando diferentes atividades pedagógicas, entre elas: (i) análise crítica dos conteúdos dos livros didáticos; (ii) elaboração de textos de divulgação científica para uso como material didático; (iii) produção de materiais didáticos adequados à utilização em aulas práticas; (iv) elaboração de projetos temáticos para investigação de assuntos relacionados ao meio ambiente; e (v) desenvolvimento de painéis, estudos de caso e oficinas planejados e apresentados dentro das disciplinas específicas.

Ampliando o conjunto de atividades descrito por Oliveira, Brito (2017) para a integração/articulação entre teoria e prática na formação inicial de professores de Biologia, idealizamos uma PCC no componente curricular

Anatomia Humana. A ação consistiu na idealização, implementação e análise de entrevistas do tipo Grupo Focal (GF) com escolares do terceiro ano do Ensino Médio, conduzidas por licenciandos em Biologia, tendo como foco aprendizagens sobre o corpo humano ao longo da Educação Básica. Em linhas gerais, buscamos favorecer a aproximação entre universidade e escola, a articulação entre teoria e prática docente e a (re)construção de conhecimentos dos licenciandos e dos escolares que participaram das entrevistas.

Para os licenciandos, o GF possibilita o desenvolvimento de aprendizagens ao mediar a discussão entre os escolares como uma estratégia de ensino. Neste processo eles podem refletir sobre a importância da dialogicidade professor-aluno, do protagonismo estudantil na produção de conhecimento e da interação entre os escolares para as diferentes aprendizagens. Essa estratégia, quando operacionalizada no seio de componentes curriculares de início de curso, permite, ainda, que o professor em formação tenha um contato inicial com a educação básica antes mesmo de cursar os estágios supervisionados.

Para os escolares, o uso de GF em processos educativos contribui para a aprendizagem, valorizando o conhecimento prévio deles, inclusive aqueles que transcendem o ambiente escolar, mas que deveriam ser reconhecidos neste espaço (Simplício, Santos, 2020). Também, sustentamos que a interação em um GF favorece a aprendizagem dos escolares, em razão das trocas de experiências e dos desafios que os participantes colocam uns aos outros na estruturação de argumentos capazes de modificar opiniões durante as entrevistas (Barbour, 2009; Wibeck, Dahlgren, Öberg, 2007).

Assim, objetivamos, neste estudo, analisar uma experiência pedagógica focalizada no uso de grupos focais como estratégia de ensino e aprendizagem sobre o corpo humano, buscando contribuir para a formação inicial de professores de Biologia. Especificamente, pretendemos: (i) refletir sobre o potencial do uso de GF na

formação de professores de Biologia; (ii) analisar concepções de escolares a respeito do corpo humano e seu ensino; (iii) identificar indícios de aprendizagens de escolares decorrentes da participação em GF.

2. Grupo focal: procedimento de pesquisa e recurso para a aprendizagem

O GF pode ser definido como um procedimento de pesquisa qualitativa para a produção de dados a partir da conversação entre pessoas relacionadas/implicadas com o objeto de estudo em questão (Barbour, 2009). Leitão (2003) compara o GF a um álbum de viagem com anotações, em que tudo o que foi captado em palavras é registrado no álbum e poderá oferecer uma ideia de como a viagem ocorreu, suas melhores partes e as pessoas que se envolveram.

O sociólogo Robert Merton (1910-2003) é reconhecido como o pai dos grupos focais, pois foi o idealizador desta proposta de produção de dados para pesquisas, criada na década de 1940, para a análise dos efeitos persuasivos das propagandas políticas (Gondim, 2002). A proposta inicial de Merton era conseguir, por intermédio da interação entre os sujeitos participantes das entrevistas grupais, recolher informações sobre o cotidiano desses indivíduos, como eles eram influenciados por outros em situações de grupo e como o pesquisador também poderia influenciá-los (Gomes, 2005).

Desde então, os grupos focais têm sido bastante utilizados em pesquisas nas áreas de Ciências Sociais e Humanas, de Saúde Pública, entre outras, como possibilidade de combinação eficaz, rápida e a baixo custo de métodos e de perspectivas de várias áreas do conhecimento para a compreensão de um todo, o que não pode ser alcançado quando analisamos a ótica de um sujeito em entrevista individual (Gomes, 2005; Trad, 2009).

Em um GF, o entrevistador é um facilitador grupal, pois seu papel é fazer a discussão fluir entre os entrevistados, deixando que os mesmos construam suas próprias opiniões sobre os temas a partir da interação do grupo. O facilitador

grupal encoraja a interação, escutando atentamente as perspectivas de cada entrevistado para, ao final, compará-las (Barbour, 2009). É importante que o facilitador não expresse sua opinião para que não haja apenas confirmações pelos participantes, tais como “concordo totalmente com o facilitador, era justamente isso que eu queria dizer”, ou que estes evitem apresentar suas ideias para não questionar a opinião de “autoridade” do facilitador.

Um GF pode oscilar de três a doze pessoas (Souza, 2020), não sendo recomendado ultrapassar este limite superior, pois poderia dificultar a manutenção do foco e a participação de todos os entrevistados (Gondim, 2002; Trad, 2009). É importante que o local da entrevista seja confortável e agradável, para que os participantes não se sintam intimidados ao falar sobre o que pensam. Algumas regras devem ser adotadas para que haja um bom desempenho da entrevista: falar uma pessoa de cada vez, evitar conversas paralelas entre os integrantes e evitar o domínio da entrevista por apenas uma pessoa (Gondim, 2002; Souza, 2020).

Com relação à compreensão do papel do GF na construção de conhecimentos, recorreremos aos trabalhos de autores que refletem sobre educação (Zabala, 1998), educação científica (Malta, Dorvillé, Nascimento, 2020) e GF (Wibeck et al., 2007). Estes pesquisadores buscaram explicar aspectos relacionados aos processos de aprendizagem nos seres humanos, destacando a importância das interações sociais como elementos fundamentais para a construção de conhecimentos.

Assim, a chave de todo processo de ensinar e aprender está nas relações interativas que se estabelecem entre professores, alunos e objetos de conhecimento, em um movimento de atualização e comparação de informações para integração aos esquemas de conhecimento (Zabala, 1998). Neste sentido, algumas funções do professor podem ser mobilizadas para pensar as ações realizadas pelo facilitador no interior do GF:

[...] a) Planejar a atuação docente de uma maneira suficientemente flexível para permitir a adaptação às necessidades dos alunos em todo o processo de ensino/aprendizagem; b) Contar com as contribuições e os conhecimentos dos alunos, tanto no início das atividades como durante a sua realização; [...] g) Estabelecer um ambiente e determinadas relações presididos pelo respeito mútuo e pelo sentimento de confiança, que promovam a auto-estima e o autoconceito . . . i) Potencializar progressivamente a autonomia dos alunos na definição de objetivos, no planejamento das ações que os conduzirão a eles e em sua realização e controle, possibilitando que aprendam a aprender [...] (Zabala, 1998 p.92).

As funções ‘a’ e ‘b’, propostas por Zabala (1998), descrevem justamente como o facilitador deve agir em um GF, adaptando-se às necessidades dos participantes e reconhecendo suas contribuições e conhecimentos. Malta et al. (2020), por exemplo, avaliaram como o GF poderia complementar a formação docente, utilizando como tema a ciência. Inicialmente, foi verificado que as opiniões dentro do GF eram unívocas no que diz respeito à autenticidade e credibilidade da ciência, entretanto, a introdução de outra posição na entrevista fez com que todos compreendessem a dualidade na ciência:

[...] Podemos perceber que os participantes são primeiramente estimulados pelo moderador [...] e posteriormente há um envolvimento horizontal entre eles [...] A partir de então, os demais participantes passam a compreender também a existência de um ponto de vista em que há uma dualidade nas atividades científicas. Houve uma percepção geral da ciência não mais como algo unilateral, mas sim como um constructo que abarca uma dualidade: a ciência traz benefícios, mas também pode prejudicar a humanidade (Malta et al., 2020 p. 108-109).

Os autores explicam que o GF possibilita que licenciandos reavaliem e reconstruam suas ideias sobre determinados temas a partir de argumentos apresentados no grupo. Nesse sentido, percebemos o potencial formativo desta metodologia de pesquisa que, além de produzir dados qualitativos, contribui para as aprendizagens dos participantes.

A função 'g', sustentada por Zabala (1998), destaca a ambiência na qual o GF deve se desenvolver. Isto é, a entrevista não pode ser um espaço de disputas de conhecimento, mas um espaço onde todos podem e são convidados a falar, obviamente, mantendo o respeito mútuo. Este contexto pode favorecer o desenvolvimento da autonomia dos alunos - aspecto destacado no item 'i' (Zabala, 1998) -, por meio da negociação de sentidos e significados no interior do GF. Ademais, no GF não há um detentor do conhecimento, pois todos os participantes devem se expressar, ensinando e aprendendo juntos. Ou seja, a discussão dentro do GF é "colorida por um processo de construção coletiva de sentido" (Wibeck et al. 2020, p. 252), o que leva os participantes a buscar aquilo que sabem sobre o assunto em foco e, a partir desse movimento, socializar esse conhecimento com os demais participantes.

Wibeck et al. (2020) também sustentam a importância da formulação de perguntas durante o GF, pois, segundo eles, as perguntas, por si sós, já se constituem como um ativador para a busca do conhecimento prévio dos participantes e o incentivo à aprendizagem. Ao ser partilhado no grupo, o conhecimento prévio apresentado por um participante interage com outros conhecimentos, resultando em uma reestruturação coletiva do saber conceitual por meio do diálogo.

3. Elementos metodológicos

Neste estudo, a experiência de utilização de GF na formação inicial de professores de Biologia foi vivenciada por estudantes do segundo semestre de um curso de Licenciatura em Biologia vinculado a uma universidade pública federal, situada na região Nordeste do Brasil. O docente do componente curricular Anatomia Humana, um dos autores deste artigo, propôs o desenvolvimento de um projeto de ensino intitulado "Entrevistas sobre o Corpo Humano".

Este projeto consistiu na realização de entrevistas em grupos focais, conduzidas por licenciandos em Biologia, com estudantes do terceiro ano do

ensino médio de oito escolas, públicas e privadas. Buscou-se, no projeto, que licenciandos em Biologia refletissem sobre processos de ensino e aprendizagem associados ao Corpo Humano (CH), em diálogo com escolares da educação básica.

No total, foram realizados oito grupos focais organizados pelos licenciandos, compostos por, no mínimo, seis e, no máximo, oito escolares, identificados em cada grupo como E1, E2... Em cada grupo, um licenciando atuou como facilitador, sendo denominados de F1, F2...F8. Os licenciandos foram orientados pelo docente do componente sobre os aspectos teóricos e práticos para a realização de entrevistas do tipo GF.

No contato inicial com os escolares, os licenciandos explicaram o projeto que estavam desenvolvendo e as regras para a condução da entrevista: (i) falar uma pessoa de cada vez; (ii) evitar discussões paralelas para a participação de todos; (iii) dizer livremente o que pensa; (iv) evitar o domínio da conversação por parte de um participante; (v) manter o foco da discussão (SOUZA, 2020). Neste momento de conversa inicial, a entrevista começou a ser gravada e, em seguida, as perguntas foram apresentadas aos escolares.

Com base na sugestão de Souza (2020), o roteiro, utilizado nas oito entrevistas, foi estruturado por questões mais gerais, seguidas por outras mais específicas: (i) Que conteúdos/assuntos sobre o Corpo Humano mais marcaram a sua aprendizagem na escola? Por quê? (ii) Vocês acham que a aprendizagem sobre o Corpo Humano contribuiu para algum aspecto de suas vidas? Qual ou quais? Por quê? (iii) Vocês já tomaram alguma decisão na vida tendo como base algum conhecimento sobre o Corpo Humano aprendido na escola? (iv) Alguma aula/conteúdo sobre o Corpo Humano foi mais importante para vocês? Por quê? (v) O que vocês acham que faltou nas aulas sobre o Corpo Humano? Por quê? (vi) Falem sobre o percurso/trajeto realizado pelos alimentos, desde a boca até a utilização dos nutrientes pelo

organismo. (vii) Qual é a compreensão de vocês sobre os aspectos biológicos da reprodução humana? (viii) Para vocês, qual é a diferença entre “sexo” e “sexualidade”? (ix) Vocês tiveram aulas sobre educação sexual? Quais questões foram abordadas nestas aulas? O que vocês acharam destas aulas?. Destaca-se que o professor do componente curricular Anatomia Humana elaborou as nove questões que compuseram o roteiro das entrevistas, mas explicou que os licenciandos tinham completa liberdade para inserir outras perguntas ou mesmo modificar as originais, de acordo com o andamento de cada GF.

As entrevistas, gravadas em áudio e vídeo, tiveram duração mínima de 30 minutos e foram realizadas em locais reservados, pensando no conforto e na liberdade de expressão de todos os participantes. Em momento posterior, estas entrevistas foram transcritas e discutidas em aulas do componente curricular Anatomia Humana, tendo em vista não somente os aspectos relacionados à dimensão morfofuncional do CH, mas também perspectivas pedagógicas adotadas na Educação Básica e processos de ensino e aprendizagem, de acordo com os relatos das entrevistas.

Neste relato de experiência pedagógica analisamos qualitativamente o conteúdo das oito entrevistas, denominadas de GFX, sendo X o número dado a cada um dos grupos focais. Essa análise consistiu na identificação de aspectos comuns às diferentes entrevistas e na produção de categorias decorrentes destas similaridades. Nas próximas seções, serão apresentadas as categorias analíticas elaboradas, exprimindo os sentidos dados pelos escolares aos processos de ensino e aprendizagem relacionados ao corpo humano, além de possibilitarem compreender o potencial desta ação na formação dos licenciandos.

4. Lições sobre práticas escolares focadas no corpo humano: o que ficou entre nós?

Nos grupos focais, os escolares citaram diversos conteúdos referentes ao CH que tiveram

relevância para eles, com ênfase nos sistemas cardiovascular, respiratório, esquelético e digestório. Houve também respostas que indicaram a importância da utilização de diferentes metodologias nas aulas de Biologia:

“F5: Quais os conteúdos ou assuntos sobre o corpo humano... mais marcaram a sua aprendizagem na escola e por quê?

E1: Assim, pra mim, citologia, sistema respiratório, sistema cardiovascular, principalmente... principalmente sistema cardiovascular.

E2: Eu não sei porque, sempre tive dificuldade em Biologia, mas uma das coisas que eu lembro é a questão do sistema digestório, por conta do professor passar maquete pra fazer, aí fica mais fácil.

E1: Principalmente por causa de uma professora específica que tive no ensino fundamental, ela... me escolheu pra fazer um trabalho sobre o sistema cardiovascular em que eu tinha que fazer uma maquete e explicar todo sistema que tava envolvendo o coração e a respiração, batimento cardíaco, as veias, artérias e sua relação com o nosso sistema respiratório, então isso marcou bastante pra mim.” (GF5)

O escolar E1 (GF5) refere que confeccionou uma maquete sobre o aparelho cardiorrespiratório, atividade que o marcou. Certamente, para executar esta atividade, ele teve que desenvolver alguma compreensão sobre o referido aparelho, dando sentido à produção solicitada pela professora. A modelização de partes do corpo, sem dúvida, é importante para a superação de muitas dificuldades encontradas por escolares, como a planificação do CH, a desproporcionalidade das estruturas representadas nos livros didáticos, em comparação com as reais, ou mesmo a exploração estritamente teórico-expositiva desse assunto (Duso et al. 2013).

No GF2, os escolares recordaram a importância de uma aula prática para a aprendizagem sobre o sistema circulatório:

“F2: Alguma aula ou conteúdo sobre o corpo humano foi mais importante para vocês?

E2: A gente teve uma aula com um professor, ele trouxe um coração de boi, mostrou todas as partes, a gente teve como pegar e tal...

E3: Cada veia, cada artéria, a gente conseguiu ver... visualizar o coração do boi, né? Que é bem maior que um coração humano. Então ficou bem melhor e mais fácil de visualizar.” (GF2)

A oportunidade de palpar o coração do boi, sentir a textura, diferenciar veias e artérias e visualizar as câmaras cardíacas, entre outros aprendizados, é uma perspectiva de um ramo da ciência conhecido como Anatomia Comparada, em que a visualização e correlação entre estruturas análogas de diferentes animais, com o intuito de interligá-los/compará-los, contribui para o aprendizado do CH.

Os escolares também apontaram conteúdos e metodologias que poderiam ter sido desenvolvidos em aulas sobre o corpo humano, visando um melhor aprendizado. Os escolares do GF5, por exemplo, embora tenham reconhecido a importância da montagem de maquetes, como apresentado anteriormente, demarcaram que não tiveram aulas práticas em laboratório, por falta de estrutura da escola:

“F5: O que vocês acham que faltou nas aulas sobre corpo humano e porquê? Vocês tiveram aula sobre o corpo humano? Tiveram?

TODOS: Sim!

F5: Tiveram aulas em laboratório?

TODOS: Não!

F5: Por quê?

E4: Isso aí faltou, não tem estrutura na escola cara, se a gente visse ali o professor mostrando de perto aquela, aqueles corpinhos que fica lá, aqueles esqueletinhos, seria mais fácil pra gente aprender, porque a gente iria tá vendo ao invés de tá só escrevendo do quadro e vendo as imagens no livro.

E5: Ou só escutando.

E6: Seria mais interessante.” (GF5)

Os excertos dos GF2 e GF5, apresentados acima, fornecem pistas para que licenciandos possam refletir sobre a relevância que as aulas práticas de Biologia, seja em laboratório ou baseadas na montagem de maquetes, têm para a aprendizagem dos discentes. Porém, as aulas práticas não podem ser meramente ilustrativas, isto é, ter perspectivas positivistas, de cunho empírico-indutivista, implicadas na observação de fatos não relacionados às suas razões, em uma

lógica de que contra fatos não há argumentos (Praia, 2012). O objetivo dos experimentos nas ciências escolares – diferente do empreendimento científico em si – não é ajudar a transformar o abstrato em algo concreto, como os professores geralmente argumentam. Como sustenta Hodson (1988), a teoria e a experimentação na educação científica devem ser vistas, por professores e escolares, como partes interacionais e interdependentes dos processos de ensino e aprendizagem. Neste sentido, todo experimento deve ser utilizado pelos professores para alcançar os três principais objetivos pedagógicos da educação científica: ensinar ciências, ensinar sobre as ciências e ensinar como fazer ciência (Hodson, 1988).

Ainda sobre o último excerto do GF5, é relevante destacar a problemática apontada na fala do escolar E4, sobre a estrutura física precarizada das escolas públicas brasileiras, onde não há laboratórios para as aulas de ciências. Sem dúvida, é possível ter aulas práticas sem recursos especiais, porém, o ensino será mais eficiente se houver instalações e material disponíveis, sendo um direito e um dever de professores e estudantes pleitear instrumentos que lhes permitam um melhor trabalho (Krasilchik, 2004). Para a autora, as aulas de laboratório desempenham funções muito importantes, como permitir que estudantes tenham contato direto com os fenômenos, manipulem materiais e equipamentos, observem organismos, verifiquem concretamente o significado de processos biológicos e lidem com resultados não previstos que desafiam sua imaginação e raciocínio.

Outras questões das entrevistas permitiram inferir a influência de conhecimentos aprendidos, ao estudar o CH, na tomada de decisão dos escolares:

“F6: Vocês acham que a aprendizagem sobre o corpo humano contribui para algum aspecto de sua vida? Qual(is) e porquê?

E2: Continuando, esse projeto que tá tendo com esse mesmo professor, ele passou na minha sala sobre os agrotóxicos e a gente percebeu o tanto de agrotóxicos que a gente ingere em alimentos como

pimentão, morango, uva, abacaxi... Quanto maior e mais bonito o alimento for, mais agrotóxico ele tem. E1: E muitos tem formol.

E2: Ele ensinou a gente também que é bom a gente cultivar em casa, quanto mais a gente cultivar em casa melhor para a saúde, porque quando a gente compra no mercado sempre tem alguma coisa neles.

E3: E antigamente as pessoas viviam mais e comiam coisas mais saudáveis...

E2: E naturais

E3: E hoje a gente come muitos produtos industrializados... A gente que mora em zona rural, por exemplo, a gente tem uma maior acessibilidade, como você produzir seu próprio alimento no campo. As pessoas da cidade têm uma certa dificuldade e tal, mas a gente poderia corrigir, eu mesmo tenho uma horta em casa e falo com minha mãe sempre, porque é melhor. Eu tenho um irmão pequeno e eu queria mudar essa alimentação dele, eu não queria que fosse igual a minha.” (GF6)

Embora não tenhamos conhecimento sobre as práticas pedagógicas adotadas pelos docentes que trabalharam com os escolares entrevistados, a leitura desse fragmento indica que, possivelmente, ao trabalhar o CH em aulas de Biologia, o professor buscou a interface entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), ao abordar questões sobre alimentação saudável, alimentos industrializados, agrotóxicos e saúde. A educação CTS é um movimento que surgiu nas décadas de 60 e 70 para contrapor a ideia cientificista que caracteriza a ciência como neutra e, portanto, sem interferência social, política, econômica, cultural e ambiental (Santos, Mortimer, 2001). Pensar os problemas e as demandas locais por meio da perspectiva CTS oportuniza um mergulho na historicidade da sociedade, nas conexões entre os seres humanos e destes com o mundo, levando em consideração as diferentes culturas (Maraschin, Lindemann, 2022). Assim, há a necessidade de mobilizar práticas curriculares de Biologia que aproximem as representações sociais dos escolares ao conhecimento científico (Simplício, Santos, 2020).

Com relação às práticas escolares sobre o CH para a aprendizagem, percebemos que, a partir

da reflexão inicial de um dos integrantes do GF, outros foram apresentando seus saberes, em uma construção coletiva do conhecimento. Diferentes visões foram apresentadas em razão das trocas de experiências e dos argumentos construídos (Barbour, 2009). Nesta troca de saberes, os posicionamentos individuais são passíveis de reelaboração, mesmo que não tenham sido explicitados ao grupo (Di Tullio et al., 2019), isto é, nos grupos focais, “os sujeitos demarcam suas singularidades na forma de pensar, dialogar e atribuir sentido aos temas” (Simplício, Santos, 2020 p. 678).

As práticas escolares sobre o CH, discutidas nos grupos focais, possibilitaram aos licenciandos perceber como esses recursos favorecem a aprendizagem ao provocar interações, construção de argumentos e tomada de decisão. Eles também puderam refletir sobre a importância de planejar situações de ensino orientadas pela perspectiva CTS, capazes de aproximar o conhecimento biológico de contextos mais próximos dos estudantes.

5. Sobre as dificuldades para compreender o corpo humano como uma organização integrada

Ensinar Biologia e, especificamente, ensinar sobre o CH, deve possibilitar ao escolar ter entendimento de que a vida é o resultado de constantes e complexas interações que ocorrem entre os elementos que compõem os diferentes níveis organizacionais do CH (microscópico e macroscópico, por exemplo), superando-se, assim, a ideia de corpo-máquina, compreendido como um ajuntamento de partes (Snapir et al. 2017).

Entretanto, de acordo com Trivelato (2005), o CH aparece no ensino das séries iniciais dividido em cabeça, tronco e membros. Em séries posteriores, “o lugar do corpo humano é o lugar dos sistemas, em que cabe apenas um sistema por vez. E no ensino médio, o corpo humano se ‘espreme’ nas células e se estudam as funções celulares e moleculares” (Trivelato, 2005 p. 122, grifo da autora). Assim, como explica a autora, o corpo humano é trabalhado na escola em pedaços,

focando apenas na singularidade de cada sistema, sem nenhuma ligação entre os mesmos.

Para observarmos se os escolares entrevistados apresentavam a ideia de corpo-máquina, em uma organização fragmentada em sistemas do CH, ou compreendiam o CH como uma organização integrada, perguntamos a eles como se dá o percurso dos alimentos pelo CH, após sua ingestão:

F5: Falem um pouco sobre o percurso ou trajeto realizado pelos alimentos desde a boca até a utilização dos nutrientes pelo organismo.

E2: Só lembro que começa pela boca, não sei se é esôfago depois..., isso aê nunca entrou na minha cabeça não, sempre esqueço.

E2: Boca, esôfago, depois vai pra onde meu Deus?

E1: O estômago...

F5: Pronto, o que acontece no estômago?

E1: É, se inicia a digestão das proteínas, se não me engano no estômago e vai terminar no intestino delgado. Na boca inicia a digestão do amido através da amilase salivar... ptialina, esôfa... depois vai pro esôfago, né? E... na verdade a maior parte da digestão vai acontecer no intestino delgado, onde vão vir as outras enzimas que vão ser produzidas pelo fígado, por exemplo, que é a bile que vai ser armazenada na vesícula biliar, e pelo pâncreas também com suco pancreático que vai agir também no intestino delgado, e depois passa pelo intestino grosso que vai só concluir, né? Formação de fezes e digestão de alguns outros nutrientes, que ainda não foram digeridos." (GF5)

O escolar E1 descreve o trajeto do alimento desde a boca até a evacuação do mesmo. Percebemos que este escolar pensa o caminho do alimento dentro do corpo em uma via de mão única, em um circuito com entrada e saída distintas, contemplando apenas o sistema digestório. Assim, a questão apresentada para os escolares, sobre para onde vão todos os nutrientes digeridos pelo sistema, não teve resposta. Para Clément (2003), esta ausência de integração entre os sistemas do CH está associada a obstáculos, epistemológico e didático. No plano epistemológico, o autor refere a dificuldade de compreensão do canal alimentar como um tubo permeável (conectado ao sistema circulatório), distinto de outras tubulações

observadas no cotidiano, como uma mangueira ou um tubo de esgoto. Em relação ao obstáculo didático, o autor salienta que os livros didáticos não possuem, em geral, imagens que permitam o estabelecimento de relações entre as partes do corpo (Clément, 2003). No GF3 também foi possível observar que os escolares não respondem à questão:

"F3: Fale sobre o percurso ou trajeto realizado pelos alimentos desde a boca até a utilização dos nutrientes pelo organismo.

E1: Passa primeiro pelos dentes né? (Risos)

E2: Língua, dentes...

E1: Aí depois a saliva, tem lá uns negocinhos que já vai dando uma quebrada, começa na boca.

E3: A língua serve para empurrar o alimento para dentro.

E4: Através dos movimentos peristálticos também.

E1: Que são os movimentos na laringe, né?

E4: Isso

E1: Depois pro estômago, lá tem a bile, o ácido...

E2: Ah, um ácido lá (Risos)

E1: Depois ela passa por uma outra válvula lá, que depois entra nos intestinos, até descer pelo reto e sair.

E2: No intestino delgado ele vai extrair todos os minerais, tudo o que serve, depois vai mandar pro intestino grosso, que vai excretar pelo reto." (GF3)

Assim, nos dois fragmentos de entrevistas, percebe-se que os escolares não estabelecem intersecções ou integrações entre sistemas do CH ao responderem a questão que envolve a digestão. Apesar dessa lacuna no que tange à integração entre os sistemas do CH, podemos perceber no último turno de fala de E2, no GF3, um aceno na direção da absorção de nutrientes – na entrevista ele trata de minerais – pelo intestino delgado.

Avaliamos que a partir das análises dessas colocações dos escolares nos grupos focais, os licenciandos puderam perceber a pertinência dos professores elaborarem estratégias pedagógicas visando a superação dos obstáculos, epistemológico e pedagógico, para a construção de visões mais complexas sobre o CH.

6. A Educação Sexual na Escola

Entendemos que a escola é um espaço privilegiado para a realização de discussões em torno da sexualidade, onde os indivíduos podem ser provocados a refletir sobre si mesmos a partir de temas como relação sexual, orientação sexual, masturbação, gênero, entre outros. Nas palavras de Furlani (2018, p. 69): “As escolas que não proporcionam a educação sexual a seus alunos e alunas estão educando-os parcialmente”. Concordando com Wibeck et al. (2007), esse movimento de provocação ao aprendizado pode ser potencializado quando desenvolvido no interior de um GF.

Situações de preconceito observadas no ambiente escolar, que envolvem relações de gênero e orientação sexual, por exemplo, o constante bombardeamento midiático sofrido pelos adolescentes e o questionamento permanente da subjetivação da sexualidade são elementos que nos indicam a importância de implementar ações educativas neste âmbito (Furlani, 2018). É possível perceber em espaços escolares, entre outros aspectos, que o uso de piadas e comentários maldosos tem relação com o processo de naturalização dos corpos biológicos que fixa homens e mulheres em determinados papéis, isto é, há uma ‘micro sociedade escolar’ que poderia ser (des)construída por meio de intervenções pedagógicas direcionadas para esse fim (Ferreira, Ribeiro, Silva, 2019).

Nesta direção, os escolares foram indagados sobre os conteúdos que deveriam ser discutidos no contexto da educação sexual. As questões giraram em torno da compreensão sobre a reprodução humana (do ponto de vista biológico), da diferença entre sexo e sexualidade, da presença de aulas sobre educação sexual na escola e, também, de temas que foram abordados pelos professores nestas aulas.

Quando os escolares foram questionados sobre aspectos biológicos da reprodução humana, as respostas voltaram-se para a relação sexual, a fecundação e a formação do embrião. Entretanto, cabe registrar que durante as entrevistas, mesmo

que tenham respondido à questão, os escolares estavam tímidos e receosos:

“F1: Qual é a compreensão de vocês sobre os aspectos biológicos da reprodução humana? O que vocês sabem sobre reprodução humana?”

E1: A gente nasce, cresce, acho que reproduz, né? E depois morre, alguma coisa assim.

F1: Nessa parte de reproduzir, o que é que vocês sabem?”

E1: É que a gente... vergonha! (risos)

TODOS: Risos

E2: Tem a relação sexual, aí vai lá os espermatozoides e fecundam os...

E3: O óvulo

E2: Óvulo, aí vai se desenvolver o embrião, entendeu? (risos)” (GF1)

O medo, a vergonha e o receio ao discutir a sexualidade humana talvez advenha, entre outros aspectos, da “admitida omissão familiar” (Furlani, 2018, p. 68). Neste contexto, as ideias sobre relação sexual são construídas, muitas vezes, a partir de dogmas religiosos, pensamentos conservadores e repressão dos desejos (Furlani, 2018). Em certa medida, avaliamos que, nestas situações, pode existir um choque entre os mundos da família e do contexto escolar/adolescente, sendo, neste último caso, onde circulam ideias advindas das mídias sociais, da indústria pornográfica, dos próprios colegas etc.

Assim, em nossa concepção, um dos possíveis papéis da educação científica seria o de apresentar e proporcionar a discussão de conhecimentos válidos, ajudando os estudantes na tomada consciente de decisão e na construção de argumentos consistentes para apoiar as escolhas feitas. Quando questionados sobre métodos que podem ser utilizados para evitar a gravidez indesejada, os escolares demonstraram conhecimento, inclusive sobre a reprodução humana, porém, também manifestaram concepções equivocadas:

“F2: Como acontece a reprodução humana? Quais os métodos que devem ser utilizados para evitar uma gravidez indesejada?”

E5: Para evitar (gravidez) é bom a pessoa usar camisinha e a mulher usar anticoncepcional.

E6: *Anticoncepcional, lembrando que bastante anticoncepcionais são abortivos... e eu não acho que deveria ser utilizado tais anticoncepcionais, mas tem outros métodos, eu não sei se vocês já ouviram falar do método de Billing, é o método que a mulher vai conhecer o seu corpo, ela vai saber dos dias que vai estar fértil, e daí ela vai evitar relação sexual nesses dias, para que ela não venha a ter uma gravidez indesejada.*

E7: *Se eu não me engano são 10 dias depois da menstruação, depois do 11º dia ela já está fértil.*

E5: *A gente sabe que os espermatozoides ficam nos testículos né, depois eles passam lá por aquele caminho. Quando (o homem) começa a sentir os pontos de prazer, ele é excretado dentro da vagina e depois vai percorrendo o caminho até chegar no óvulo, aí ele fecunda e tudo mais.*

E7: *Se não chega lá dentro não cria vida, é simples.*

E6: *É, mas chegou lá dentro é um bebê.” (GF2)*

A escolar E6 comentou que alguns anticoncepcionais são abortivos, o que não é verdade. Como o próprio nome sugere, anticoncepcionais evitam a concepção, ao impedirem a maturação do folículo ovariano e a ovulação, quando torna espesso o muco cervical, dificultando a passagem do espermatozoide, diminuindo as contrações musculares no trato reprodutor feminino e reduzindo o transporte de espermatozoides até a tuba uterina (Sherwood, 2011).

A educação científica deve ser desenvolvida para a construção de conhecimentos que esclareçam equívocos, contribuindo para a tomada consciente de decisão dos discentes, aspecto que precisa ser levado em conta nas práticas pedagógicas de professores de Biologia (Santos, Mortimer, 2001). Presenciar a exposição de posicionamentos como o da escolar E6 permitiu aos licenciandos refletir sobre os desafios colocados ao ensino de Biologia, e como estes podem ser trabalhados por meio do diálogo e da argumentação pautada em conhecimentos científicos.

Quando perguntados sobre a diferença entre sexo e sexualidade, ouvimos respostas do tipo: “sexo é a prática e a sexualidade é a teoria”, “discutir sexualidade é falar de identidade de gênero”, “sei o que é sexo, agora sexualidade, difícil, viu?”,

“sexo é masculino e feminino” e “sexo faz parte do prazer e sexualidade... não sei”. Assim, percebemos que há uma grande dificuldade na definição e diferenciação desses conceitos pelos escolares:

“F8: Para vocês qual a diferença entre sexo e sexualidade?”

E1: Sexo é quando você pratica e sexualidade é...

E2: Envolve o todo, né?

E1: Sexualidade é se a pessoa é homem ou mulher, tem esse negócio de hétero ou gay e tal. É uma opção, né?

F8: O que é gênero pra vocês?

E1: É tudo.

E3: Esse negócio de gênero é engraçado, porque assim você vê que a pessoa muda o gênero, mas ela não consegue mudar o DNA.

E2: É ‘barril’ viu.

E2: É igual a questão, por exemplo, uma mulher lésbica, ela pode ser lésbica, mas todo mês ela vai menstruar.” (GF8)

Por meio da leitura desse fragmento, percebe-se a pertinência da educação sexual no âmbito escolar, já que os escolares do GF8 demonstraram ter pouco ou nenhum conhecimento sobre temáticas que envolvem sexualidade e gênero, fato que pode ser explicado por suas crenças e representações sociais. As falas destacadas no GF8 são bastante preconceituosas, pois o gênero com o qual a pessoa se identifica, mesmo não sendo aquele que possui relação com seu sexo, é o que realmente importa (Anastácio, 2021). Por outro lado, do ponto de vista biológico, a escolar E3 não está equivocada, já que reconhecemos que nosso sexo está associado a características cromossômicas (cromossomos XY ou XX), hormonais e genitais. No entanto, essas características biológicas, por si sós, não dão conta de discutir o conceito de gênero, que deve ser compreendido no interior da trama sócio-histórica (Furlani, 2018).

Ferreira, Ribeiro e Silva (2019), que estudaram a temática com estudantes do nono ano, também perceberam alguns equívocos cometidos pelos estudantes ao responderem questões que envolviam a sexualidade. Para os autores, estas

dificuldades prendem-se ao fato de serem temas pouco explorados na sala de aula, tratados superficialmente nos livros didáticos, quando tratados, e que transcendem questões biológicas. Entretanto, devido a questões de segurança e saúde pública, deveriam ser trabalhados na escola para a formação de cidadãos preparados para viver em sociedade. O dossiê anual do Observatório de mortes e violências contra LGBTI+ no Brasil, por exemplo, evidencia que, de 2000 a 2022, 5.635 cidadãos brasileiros foram vítimas mortais da intolerância, do ódio e do descaso das autoridades públicas (Acontece Arte e Política LGBTI+, ANTRA, ABGLT, 2023).

Na contramão desta perspectiva está a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), um documento de caráter normativo que define o conjunto das aprendizagens essenciais para a Educação Básica brasileira, onde o termo gênero só aparece associado a gênero textual, gênero literário ou gênero digital, sem nenhuma conexão com conceitos referentes a sexo ou sexualidade. Nesse sentido, avaliamos que esta orientação curricular é um retrocesso educacional quando comparada aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, Brasil, 1998), que tinha a orientação sexual como um dos temas transversais para o trabalho das diferentes áreas da Educação Básica, com foco em três eixos: (i) corpo: matriz da sexualidade; (ii) relações de gênero; (iii) prevenção às doenças sexualmente transmissíveis (Furlani, 2018).

Nos grupos focais também foi perguntado aos escolares sobre as aulas de educação sexual que tiveram, sobre questões que foram abordadas nestas aulas e o que acharam delas. De acordo com os escolares, os temas mais recorrentes foram infecções sexualmente transmissíveis (ISTs) e métodos contraceptivos, mas relataram que essas aulas foram superficiais e não elucidaram totalmente as dúvidas que eles tinham. Portanto, conceitos que a UNESCO (2010) reconhece como fundamentais na educação para a sexualidade - (i) Relacionamentos; (ii) Valores, direitos, cultura e sexualidade; (iii) Compreensão de gênero; (iv) Violência e segurança; (v)

Competências de saúde e bem-estar; (vi) Sexualidade e comportamento sexual - não foram trabalhados nestas aulas.

A partir da experiência vivenciada, os professores em formação consideraram que têm um grande desafio pela frente, pois, como professores que ensinam Biologia, precisarão transcender a visão estritamente biológica da sexualidade, trabalhando a temática para a superação de preconceitos e para uma convivência harmônica e de respeito à diversidade. Para este trabalho, a construção de conhecimento precisará ser coletiva, aberta ao diálogo e ao pensamento reflexivo, tendo como base não somente o conhecimento cientificamente legitimado, mas, principalmente, as vivências dos estudantes (Furlani, 2018; Neumann, Antonio, Kataoka, 2023).

7. Considerações finais

Este relato de experiência descreve uma intervenção pedagógica focalizada no uso de grupos focais como procedimento para o ensino e a aprendizagem sobre o corpo humano. Por meio da análise das entrevistas conduzidas pelos licenciandos, pudemos observar as potencialidades desta estratégia tanto para a aprendizagem na Educação Básica como para a formação inicial de professores de Biologia.

Em termos específicos, verificamos que os grupos focais possibilitaram aos licenciandos a vivência prática da docência ao atuarem como facilitadores das entrevistas. Neste processo, os licenciandos tiveram contato com escolares, podendo conhecer seus anseios, como a presença de laboratórios nas unidades de ensino. Os licenciandos também puderam identificar as temáticas que mais interessavam aos escolares no âmbito do ensino do CH, e as metodologias de ensino que foram prófícuas para a aprendizagem desta temática. Ainda, foi possível perceber que os escolares não sustentavam visões integradas sobre o CH, mas, sim, uma compreensão fragmentada em sistemas que trabalham de forma individualizada.

De acordo com as entrevistas, a sexualidade parece ser uma temática com pouca relevância no currículo escolar, pois as discussões nos grupos focais restringiram-se aos métodos contraceptivos e às infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), não sendo, segundo os escolares, abordadas questões relevantes, como relações de gênero, orientação sexual, autoerotização, entre outros, as quais seriam capazes de favorecer uma maior compreensão dos escolares sobre si mesmos.

Cabe sublinhar que as experiências vivenciadas pelos licenciandos, por intermédio dos grupos focais, possibilitou aos mesmos discutir conteúdos conceituais trabalhados ao longo do componente curricular Anatomia Humana, já que as entrevistas foram realizadas ao final do semestre letivo. Deste modo, os licenciandos vivenciaram situações concretas de ensino e aprendizagem, no âmbito escolar (futuro ambiente laboral), que, certamente, contribuíram para diminuir a lacuna entre a teoria e a prática docente. Nesta direção, argumentamos que a posição dos licenciandos como facilitadores das entrevistas também favoreceu a aprendizagem de conteúdos procedimentais, como mediação de pequenos grupos, processo que envolve, por exemplo, a facilitação da comunicação e a resolução de conflitos, elementos essenciais da atividade docente.

Com relação às aprendizagens dos escolares, foi possível perceber que, durante as entrevistas, estes discutiram sobre as questões apresentadas, compartilhando seus conhecimentos sobre o CH e relatando experiências vivenciadas com professores, a exemplo do auxílio que tiveram destes para a mudança de hábitos alimentares. Todas estas trocas de experiências e saberes possibilitaram a construção coletiva de novas aprendizagens pelos escolares partícipes dos grupos focais.

Apesar de sustentarmos que a realização de entrevistas do tipo GF pode ser uma estratégia para aproximar escola e universidade, gerando distintas aprendizagens no campo da formação de professores de Biologia, avaliamos que o

caminho que percorremos ainda não se configura, plenamente, como uma via de mão dupla. A via universidade-escola desenvolveu-se mais do que a via escola-universidade. Isto é, os ganhos na formação dos licenciandos foram maiores do que os ganhos na formação dos escolares. Para melhorar este quadro, avaliamos que a ampliação do diálogo com a rede escolar, nas fases de concepção, implementação e análise dos resultados da ação, deve ser perseguida.

Como limitação desta intervenção pedagógica, avaliamos que o registro audiovisual das entrevistas, em certa medida, pode ter inibido a expressividade dos escolares, sendo um viés para a produção de dados mais robustos sobre os grupos focais, embora em alguns deles, os escolares tenham se adaptado rapidamente às câmeras, apresentando discursos mais espontâneos, mais “naturais”.

O relato de experiência indica que grupos focais, quando operacionalizados no cenário do componente curricular Anatomia Humana, podem constituir-se como uma Prática como Componente Curricular (PCC), ampliando-se, assim, o leque de possibilidades mobilizadas para a articulação entre teoria e prática na formação de professores de Biologia. Portanto, para além da análise crítica dos conteúdos dos livros didáticos, da construção de materiais didáticos, da elaboração de jogos, estudos de caso etc., desponta-se uma outra via para a operacionalização da PCC.

Por fim, a introdução de grupos focais como estratégia de ensino e aprendizagem na formação de professores de Biologia também abre possibilidades de pesquisa no âmbito da educação científica com foco, por exemplo, nas interações discursivas no interior dos grupos focais e no papel dos facilitadores no desenvolvimento de temáticas específicas. Em futuros estudos, poderemos avaliar, entre outros elementos, como as interações verbais e não verbais, nos grupos focais, se distinguem entre o trabalho com conteúdos que envolvem julgamento moral, como os referentes a questões de raça, gênero e sexualidade, e o trabalho com

temáticas menos sensíveis, com destaque para o papel dos facilitadores (licenciandos) em ambos cenários.

8. Referências

- Acontece Arte e Política LGBTI+; ANTRA (Associação Nacional de Travestis e Transexuais); ABGLT (Associação Brasileira de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais e Intersexos) (2023). *Mortes e violências contra LGBTI+ no Brasil: Dossiê 2022*. Florianópolis, SC: Acontece, ANTRA & ABGLT. Recuperado de <https://observatoriomorteseviolenciaslgbtibrasil.org/wp-content/uploads/2023/05/Dossie-de-Mortes-e-Violencias-Contra-LGBTI-no-Brasil-2022-ACONTECE-ANTRA-ABGLT.pdf>. Acesso em 01 set 2023.
- Anastácio, Z. C. (2021). Entre gênero e sexo, o papel da sociedade e o papel da biologia. In: A. P. Vilela (Org.), *Flexibilidade e interações educativas para rumos (des)iguais: um olhar longitudinal até aos tempos de pandemia* (pp. 199-211). Braga: Cadernos, Escola e Formação. Centro de Formação Braga/Sul.
- Barbour, R. (2009). *Grupos focais*. Porto Alegre: Artmed.
- Brasil (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais. Tema transversal - Orientação Sexual*. Brasília: MEC/SEF. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/orientacao.pdf>. Acesso em 01 set. 2023.
- Brasil (2002). Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. *Resolução CNE/CP nº 2/2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da educação básica em nível superior*. Brasília: Diário Oficial da União.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB.
- Clément, P. (2003). Situated conceptions and obstacles. The example of digestion / excretion. In: D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassouloupoulos, M. Kallery (Orgs.), *Science Education Research in the Knowledge-Based Society* (pp. 89-97). Dordrecht: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Di Tullio, A.; Hofstatter, L. J. V.; Santos, S. A. M.; Oliveira, H. T. (2019). O potencial formativo dos grupos focais na constituição de educadoras/es ambientais, *Ciência & Educação* (Bauru), 25(2), 411-429. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020009>
- Duso, L.; Clement, L.; Pereira, P. B.; Filho, J. P. A. (2013). Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, 15(2), 29-44. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013150203>
- Ferreira, D. R.; Ribeiro, G.; Silva, P. P. (2019). (Re)construindo conceitos para a sexualidade na educação em ciências. *Imagens da Educação*, 11(2), 79-94. <http://dx.doi.org/10.4025/imagenseduc.v9i3.45148>
- Furlani, J. (2018). Educação sexual: possibilidades didáticas. In: G. L. Louro; F. Jane; S. V. Goellner, (Orgs.). *Corpo, gênero e sexualidade: Um debate contemporâneo na educação* (pp. 67-82). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Gomes, A. A. (2005). Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. *Eccos Revista Científica, São Paulo*, 7(2), 275-290. <https://doi.org/10.5585/eccos.v7i2.417>
- Gondim, S. M. G. (2002). Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. *Paidéia, Ribeirão Preto*, 12(24), 149-161. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X2002000300004>
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Education Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. rev., ampl. São Paulo: EdUsp.
- Leitão, B. J. M. (2003). *Grupos de Foco: O uso da metodologia de avaliação qualitativa como suporte complementar à avaliação quantitativa realizada pelo sistema de Bibliotecas da USP*. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo. <http://doi.org/10.11606/D.27.2003.tde-12082003-150618>
- Malta, F. L.; Dorvillé, L. F. M.; Nascimento, T. G. (2020). Alfabetização científica e enfoque CTS na visão de licenciandos em ciências Biológicas: uma análise de grupo focal. *Investigações em Ensino de Ciências*, (25)2, 98-

121. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p98>
- Maraschin, A. A.; Lindemann, R. H. (2022). Articulações entre CTS e Freire na Educação em Ciências: proposições e discussões evidenciadas entre 2006-2020. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18(1), 96-113. DOI: 10.14483/23464712.18851
- Neumann, P.; Antonio, M. J.; Kataoka, M. A. (2023). O Uso de Imagens na Formação de professoras(es) em Educação Ambiental Complexa: Relato de Experiência. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 274-287. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17215>
- Oliveira, M. C. A.; Brito, L. D (2017). Por entre as palmas deste lugar... A prática como componente curricular nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas de duas universidades estaduais do Nordeste. In: A. Mohr e H. G. Wielewicki (Orgs), *Prática como componente curricular: que novidade é essa 15 anos depois?* (pp. 87-106). Florianópolis: NUP/CED/UFSC.
- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). (2010). *Orientação Técnica Internacional sobre Educação em Sexualidade: uma abordagem baseada em evidências para escolas, professores e educadores em saúde*. Paris: UNESCO. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183281_por. Acesso em 01 set 2023.
- Praia, J. F. (2012). Contributo para uma leitura possível de um percurso profissional. In: A. F. C. Cachapuz, A. M. P. Carvalho e D. Gil-Pérez (Orgs.), *O ensino das ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos* (pp. 53-74). São Paulo: Cortez.
- Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, 7(1), 95-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>
- Schön, D. A. (2007). *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- Sherwood, L. (2011). *Fisiologia Humana: das células aos sistemas*. São Paulo: Cengage Learning.
- Simplício, P. R. G.; Santos, A. C. (2020). Representações sociais e práticas curriculares: um encontro nas aulas de biologia. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, 11(6), 663-681. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.2530>
- Snapir, Z.; Eberbach, C.; Ben-Zvi-Assaraf, O.; HMELO-SILVER, C.; Tripto, J. (2017). Characterising the development of the understanding of human body systems in high-school biology students – a longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2092-2127. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1364445>
- Souza, L. K. (2020). Recomendações para a Realização de Grupos Focais na Pesquisa Qualitativa. *Revista do Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Psicologia da Universidade de Santa Cruz do Sul*, 4(1), 52-66. <https://doi.org/10.17058/psiunisc.v4i1.13500>
- Trad, L. A. B. (2009). Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 19(3), 777-796. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312009000300013>
- Trivelato, S. L. F. (2005). Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: A. C. R. Amarim, S. E. Selles, M. Marandino e M. S. Ferreira (Orgs.), *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa* (pp. 121-129). Niterói: Eduff.
- Wibeck, V.; Dahlgren, M. A; Öberg, G. (2007). Learning in focus groups. *Qualitative Research*, 7(2), 249-267. <http://dx.doi.org/10.1177/1468794107076023>
- Zabala, A. (1998). *A Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed.





CONTRIBUIÇÕES DE BARUCH SPINOZA PARA AS CIÊNCIAS

CONTRIBUTIONS OF BARUCH SPINOZA TO THE SCIENCES

LAS CONTRIBUCIONES DE BARUCH SPINOZA A LAS CIENCIAS

Mariza Cristina Camargo da Rosa* , **Carla Marielly Rosa**** , **Vanderlei Folmer***** 

Como citar este artículo: Camargo, M., Rosa, C., Folmer, V. (2024). Contribuições de Baruch Spinoza para as ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 151-164. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20750>

Resumen

Baruch Spinoza fue un filósofo holandés del siglo XVII que ideó un enfoque racional y sistemático para el estudio de la naturaleza. Él enfatizó la importancia de un enfoque crítico y escéptico en el conocimiento científico. Para Spinoza, el conocimiento científico debía ser difundido de manera clara y accesible, basado en el método científico que implica una observación minuciosa, formulación de hipótesis, experimentación y análisis crítico de los resultados. Él creía que la ciencia debía ser accesible para todos, para que pudieran beneficiarse de ella y avanzar hacia el bien. En esta investigación bibliográfica, se busca explorar las contribuciones de la teoría de Spinoza a las ciencias. Para ello, se realizó una revisión sistemática de escritos narrativos en Google Académico, utilizando los descriptores "Baruch Spinoza y las ciencias", "Baruch Spinoza y la enseñanza de la ciencia", y "Baruch Spinoza, ciencias y enseñanza de las ciencias". Entre los resultados y discusiones, se desarrollan los conceptos de afectos, la superación de la superstición a través de la racionalidad, el valor del espíritu colectivo en las ciencias, constituyendo hitos importantes en la teoría de Spinoza. El autor también habló sobre la metafísica, que contribuyó al pensamiento indisciplinado de Einstein, llevándolo a la Teoría de la Relatividad. Entre las consideraciones finales, se puede destacar que Spinoza contribuye de manera significativa a la ciencia, señalando que a través de la razón es posible dismantelar los pensamientos supersticiosos, lo que significa libertad consciente, crítica y autonomía, que es el objetivo del conocimiento científico.

Palabras-Clave: Ciencias; Educación; Epistemologías; filosofía Spinoziana; Metafísica.

Recibido: Agosto 2023; Aprobado: Septiembre 2023

* Mestra em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Pampa, Brasil, camargomariza@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5886-0060>

** Mestra em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Pampa- Brasil, cmr030587@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0546-810X>

*** Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Pampa- Brasil, vandfolmer@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6940-9080>

Abstract

Baruch Spinoza was a 17th-century Dutch philosopher who devised a rational and systematic approach to the study of nature. He emphasized the importance of a critical and skeptical approach to scientific knowledge. According to Spinoza, scientific knowledge should be disseminated in a clear and accessible manner, based on the scientific method that involves meticulous observation, hypothesis formulation, experimentation, and critical analysis of results. He believed that science should be accessible to all so that they could benefit from it and progress toward the greater good. In this bibliographical research, the aim is to explore the contributions of Spinoza's theory to the sciences. To achieve this, a systematic review of narrative writings was conducted on Google Scholar using the descriptors: Baruch Spinoza and the Sciences, Baruch Spinoza and the Teaching of Science, Baruch Spinoza Sciences, and the Teaching of Sciences. Among the results and discussions, concepts such as affects, the overcoming of superstition through rationality, and the value of collective spirit in the sciences are developed, constituting important milestones in Spinoza's theory. The author also discussed the metaphysics that contributed to Einstein's interdisciplinary thinking, leading to the Theory of Relativity. In the final considerations, it is possible to highlight that Spinoza makes a significant contribution to science, pointing out that through reason, it is possible to deconstruct superstitious thoughts, which means conscious freedom, critical thinking, and autonomy, all of which are the objectives of scientific knowledge.

Keywords: Science; Education; Epistemologies; Spinozian philosophy; Metaphysics.

Resumo

Baruch Spinoza foi um filósofo holandês do século XVII que planejou uma abordagem racional e sistemática para o estudo da natureza. Ele enfatizou a importância de uma abordagem crítica e cética ao conhecimento científico. Para Spinoza, o conhecimento científico deveria ser disseminado de forma clara e acessível, baseado no método científico que envolve observação minuciosa, formulação de hipóteses, experimentação e análise crítica dos resultados. Ele acreditava que a ciência deveria ser acessível a todos para que pudessem se beneficiar dela e se encaminhar para o bem. Nessa pesquisa de cunho bibliográfico, deseja-se buscar as contribuições da teoria de Spinoza para a Ciências. Para isso, houve uma revisão sistemática de escritas narrativas no Google acadêmico, pelos descritores; Baruch Spinoza e as Ciências, Baruch Spinoza e o Ensino de Ciência, Baruch Spinoza Ciências e Ensino de Ciências. Dentre os resultados e discussões são desenvolvidos os conceitos de afetos, a superação da superstição pela racionalidade, o valor do espírito coletivo nas Ciências, constituindo marcos importantes na teoria de Spinoza. O autor também discorreu sobre a metafísica que contribuiu para o pensamento interdisciplinar de Einstein que o levou a Teoria da Relatividade. Dentre as considerações finais, é possível destacar que Spinoza contribui de maneira significativa com a ciência apontando que por meio da razão é possível desconstruir os pensamentos supersticiosos o que significa: liberdade consciente, crítica e autonomia que são os objetivos do conhecimento científico.

Palavras-Chave: Ciências; Educação; Epistemologia; Filosofia Spinoziana; Metafísica

1. Introdução

Em março de 2020, o mundo foi obrigado a reorganizar-se mediante à ameaça da pandemia

de COVID-19 e a sociedade em termos políticos, econômicos e sociais teve que adaptar-se à nova situação que a pandemia da Covid-19 impunha. No Brasil, não foi diferente, no entanto, o

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências* representante do executivo nacional, “político de extrema-direita, eleito em 2018, minimizou a gravidade da pandemia durante todo o ano de 2020 e 2021, assumindo posições de desvalorização do conhecimento científico.” (BASTOS, 2022, p.15), levando a sociedade brasileira a um caos, sem saber as orientações a seguir diante de tal realidade.

Chauí (2004) nos ajuda a compreender este contexto, quando afirma que: o político, como poder de uma vontade soberana secreta, racionaliza o permitido e o proibido, pois está acima das vontades individuais dos que governa. Diante desta afirmação podemos ver os dois perfis, desta afirmação, observando a realidade brasileira naquele contexto, pois enquanto o representante do Governo Federal Nacional brasileiro e assessores disseminavam pseudociência e fake News desconsiderava a importância em adotar medidas não farmacológicas para reduzir a gravidade da pandemia, que eram recomendadas, pela comunidade científica, outros representantes de Governos municipais e estaduais tomavam medidas dialogando com a comunidade de pesquisadores científicos de todo país e o mundo.

Os cientistas defendiam tais medidas porque, sem tais estratégias, poderia haver o risco de colapso no sistema de saúde, como afirmava Nussbaumer-Streit et al. (2020). Assim, neste turbilhão, muitos governos estaduais e municipais tomaram atitudes, descoladas do Executivo Nacional, brasileiro. Desta forma, alguns governadores e prefeitos, escutando a sociedade científica, segundo Moraes (2022), decidiram tomar medidas de segurança imediatas, como o uso de máscaras, a higienização das mãos e o distanciamento social. Tais ações foram fundamentais para conter a disseminação do vírus, salvar vidas e como afirmamos anteriormente não colapsar o sistema de saúde.

Coelho e Sanabria (2020) relatam diversas ações realizadas entre tais governos, no caso, estaduais e municipais e a comunidade científica

como: o Comitê Científico de Combate ao Coronavírus, do Consórcio Nordeste (CCCN) que agregou nove estados da região e representava 57 milhões de habitantes, bem como, também a CoVida (Ciências Informação e Solidariedade), todavia, apesar de tudo isso pulsando, persistia um contingente enorme da população brasileira que não acreditava nas recomendações da Ciências, pois tinha como verdade a multiplicação de fake News e propagandas de pseudociências das redes sociais, de que não havia pandemia.

Tal realidade, nos transportou a pensar no filósofo Baruch Spinoza, filósofo judeu, do século XVII, que durante toda sua vida, buscou responder por que as superstições imperam mais que os achados das Ciências. E que em sua teoria nos escreveu que a superstição é guiada pelas paixões não positivas, e que estas conservam o medo, que se vincula ao sagrado e ao divino, pois só eles podem revelar a verdade. Enfim, “o supersticioso dominado pelas imagens, cria um ser superior a si, com o poder de controlar o próprio destino” (Castro-Silva, Abdala & Cualhete, 2023, p.185). Tal descrição nos encaminha a compreender o processo de negação, quanto a pandemia, que a população brasileira vivia.

Assim, observando a negação de uma boa parte da população brasileira diante da Pandemia, se questionou sobre: *o que leva grande parte da população brasileira a pensar nas concepções de pseudociências? Por que se vinculam a concepções que negam o conhecimento científico?* Desta forma, com base em tais fatos, propomo-nos a responder tais questões em uma dissertação de mestrado em Ensino de Ciências, do programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Pampa do Estado do Rio Grande do Sul. Já no presente artigo, que corresponde a uma parte desta dissertação, aventamo-nos ter como objetivo, investigar as contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências.

2. Baruch Spinoza e seu contexto histórico

Baruch Spinoza¹ se forjou dentro dos fatos históricos que o cercaram no século XVII, ou seja, a Idade Moderna, momento em que o conhecimento científico europeu passava por grandes transformações. Este respectivo fato se inicia no século XVI “[...] que sustituyó al mundo geocéntrico e incluso antropocéntrico de la astronomía griega y medieval por el heliocéntrico y, más tarde, por el universo sin centro, de la astronomía moderna”. Em outras palavras, a Europa “passa de uma vida contemplativa, diante da natureza, para uma vida ativa, onde o homem domina a natureza e passa a ser senhor de tudo” (KOYRÉ, 1999, p. 05).

Baruch de Spinoza nasceu durante essa revolução, em Amsterdam, Holanda, dia 24 de novembro de 1632. Sua família era espanhola, judia e fixou residência na Holanda após perseguição na Espanha e em Portugal, que eram reinos católicos. A perseguição Espanhola realizada aos Judeus e aos marranos (judeus convertidos ao catolicismo), pelo rei católico, foi denominada como “purificação religiosa dos infiéis” (PONCZEK, 2009, p. 47), mas na verdade, o objetivo principal era o saque aos bens destas famílias.

A Espanha, com tais saques, avolumou recursos financeiros, para as grandes navegações, vindo a expandir assim, seu território, império e perseguições. Ao passar por tal processo, a família Spinoza busca refúgio em Portugal, mas quando tudo parecia tranquilo, após seis anos, a

igreja católica de Portugal também decreta perseguição aos judeus.

Naquele contexto religioso adverso, a Holanda, foi o melhor lugar para fugir das perseguições católicas aos judeus. O país era laico, amante das Ciências, da arte e defendia a liberdade econômica. Assim como, próspero na economia, na intelectualidade, em outras palavras, era um país conectado ao desenvolvimento comercial liderado pela Europa, naquele contexto, onde a Holanda era um dos principais centros comerciais.

A família de Spinoza, assim que se estabeleceu na Holanda, prosperou no comércio e o pai de Spinoza, projeta um lugar promissor na sinagoga para o filho, ou melhor, um espaço além, de onde ele (como judeu) havia chegado. Focado neste objetivo, encaminha o filho para ser educado pelos mestres da intelectualidade, dentro da doutrina judaica. Baruch, logo que chega, passa a ser o preferido, pelo potencial intelectual.

A sede de saber de Spinoza o faz aprofundar-se nos estudos e isso o leva a encontrar contradições entre as escrituras dos grandes filósofos judaicos e o Antigo Testamento. Tais leituras o levaram a refutar a interpretação bíblica do judaísmo ortodoxo. Tanto que, após seus primeiros estudos ele igualou Deus ao cosmos, afirmando que a eternidade do mundo e a ideia de matéria do universo, seria o corpo de Deus.

Tais ideias tomam forma, após o contato com as escritas de Maimônides², através das quais

¹ Adotaremos a grafia do nome deste filósofo de Baruch Spinoza, por ser a forma escrita, mais conhecida internacionalmente, como argumenta Ponczek (2009, p. 324) e também como o referido autor, usaremos adjetivos como spinoziano(a) ou spinozista, quando nos referirmos às ideias de Spinoza e spinozismo quando nos defrontamos com a doutrina de Spinoza e por fim, ao usarmos citações de autores, respeitar-se-á a grafia, à qual estes respectivos autores optaram para escrever o nome de Baruch Spinoza.

² Moisés Maimônides (1135-1204) é um dos mais importantes pensadores medievais. Sua obra filosófica o *Guia dos perplexos* não apenas se tornou uma referência fundamental para os pensadores judeus até os dias atuais, mas também exerceu intensa influência sobre os autores latinos durante a escolástica cristã (...) ele tinha uma perspectiva racionalista sobre a questão do mal e a fundamentação desta na matéria, a importância da Lei, bem como sua consequente proposta de conduta ética. MACEDO, Cecilia Cintra Cavaleiro de Macedo. O mal, a matéria e a Lei em Moisés Maimônides. *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 42, p. 171-192, 2019, Edição Especial. Disponível em:

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências* chegou a teoria averroístas da impessoalidade da alma e da unidade do intelecto. Esse processo formativo, intelectual de Spinoza se amplia entre 1654 a 1657 pois se dedica a estudos de latim, com Francis Van Den Enden, ex-jesuíta, que conhecia a filosofia clássica. Com o professor Francis Van Den, Spinoza conhece os filósofos da filosofia clássica, como a platônica, aristotélica e estoíca. Nadler (2003, p. 118) escreve que pelos relatos que encontrou em suas correspondências, com amigos, “deve ter lido os grandes épicos, trágicos, cômicos e historiadores da Antiguidade” e que deve ter chegado até aos filósofos do Renascentismo.

Tais leituras e estudos reverberam na construção de suas reflexões, conflitos, valores e obras, que foram enaltecidas por amigos e admiradores. Toda esta apropriação do conhecimento o instigou a grandes interrogações, sobre o momento em que vivia. Suas ideias eram inusitadas para a época, pois naquele momento imperavam os dogmas religiosos católicos e protestantes, na Europa. As teorias de Spinoza eram um contraponto à intelectualidade científica, que não afrontava tais dogmas, tão veemente.

A liberdade intelectual dos Países Baixos no século XVII, a qual Spinoza teve acesso, tem como protagonista, o gestor Constantijn Huygens (1596-1687), que realizou elos grandiosos entre a arte, a ciência e a filosofia. Esse seu protagonismo impulsionou a intelectualidade holandesa, na chamada Era de Ouro (SCHAMA, 1992), onde a liberdade ao culto religioso, a ascensão comercial e a abertura para a Ciências aconteceram sem barreiras, fazendo o país emergir como referência para o mundo no século XVII.

Este é o tempo de Spinoza em que emerge sua Filosofia e sua teoria do conhecimento. A obra deste filósofo dialoga com o paradigma da Idade Moderna, mas conflitua com os dogmas

religiosos de seu tempo. Esse conflito perpassa por toda sua vida e por isso é julgado e condenado pelos senhores da sinagoga de Amsterdã, em 27 de julho de 1656.

Neste dia fatídico, recebeu o Cherem, que é equivalente a uma excomunhão, para a igreja católica, mas de validade local (PONCZEK, 2009). A sentença foi lida na Sinagoga de Amsterdam, em 06 de agosto de 1656 e assinada por Saul Moreira, um dos chefes da comunidade judaica, de Amsterdam (GONÇALVES, 2015). A sentença assim dizia: “Excomungamos, expulsamos, execramos e maldizemos Baruch de Espinosa, ninguém deve dirigir-lhe a palavra ou prestar-lhe qualquer serviço ou ler seus escritos ou chegar a quatro côvados de distância dele (REZENDE, 2016, p. 16)”. Após este fato, Spinoza renúncia os negócios da família, que herdou de seu pai e passa a viver em Rhynsburg cidade perto de Haia.

Nessa nova morada se dedica a polir lentes, para sobreviver, e se entrega a cultivar o intelecto, junto às suas amigadas. Este grupo de amigos foi chamado de Círculo de Espinosa. Marilena Chauí, filósofa brasileira estudiosa de Spinoza, faz menção a este grupo no prefácio, do texto brasileiro, Breve Tratado de Deus (ESPINOSA, 2013), do homem e do seu bem-estar. O referido grupo de estudo era heterogêneo pois se constituía de racionalistas cartesianos, místicos, médicos, filhos da burguesia, advogados, poetas e outros.

3. Contribuições da teoria de Baruch Spinoza para a Ciências

3.1. Superação das ideias supersticiosas pela razão

A luta de Spinoza foi contra a superstição e tal luta perpassa toda construção de sua teoria do conhecimento e filosofia. Em suas leituras, reflexões e análises, Spinoza pautou que a

https://www.scielo.br/j/trans/a/SMFGM8wkYCTM8rS_RVv35cZh/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 14/09/2021.

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências* superstição mantém os homens em um mundo de fantasias. Tais fantasias despertam nos homens a esperança de um mundo melhor, mas apenas, após esta vida.

A construção imaginária de um mundo lúdico, só do bem, Spinoza afirma que provém dos discursos religiosos e estes discursos mantêm os poderes instituídos e impõem uma moral à população, que por consequência se mantém submissa. E assim se deixavam levar pelos discursos que despertam um mundo imaginário, descrito como perfeito e sem conflitos.

Spinoza afirma que os homens se deixam dominar porque trazem consigo o medo, que os domina, deixando-os na superstição (ESPINOSA, 2013). A Superstição impede que o homem questione e evite a razão, que busca a causa do além de explicações fantasiosas. O medo nos condiciona a viver em um mundo lúdico irreal, mas que contenta a alma e o corpo, não nos leva a verdade dos fatos, enfim, “não permite alcançar a união da mente com a natureza inteira, que se baseia no conhecimento do Ser Perfeito, isto é, Deus” (MARTTA, 2019, p. 65).

O rompimento com o medo e tão logo, com a superstição se dá por meio da racionalidade, para assim, explicar as coisas que nos perturbam no mundo. Essa foi a aventura de Spinoza, desvencilhar-se da superstição e construir uma teoria do conhecimento dentro da racionalidade. Sua atitude, como cientista, foi caminhar em busca das razões do existir de qualquer fenômeno, refutando a superstição e o levando à liberdade. Que De Souza Chauí (1995) sustenta, que a obtemos ao termo conhecimento verdadeiro e bons afetos.

Ao darmos continuidade a nossa busca sobre contribuições de Baruch Spinoza para a Ciências, nosso outro achado está na obra *Ética* demonstrada em ordem geométrica, de Spinoza. Esta obra foi publicada, após a morte de Spinoza, em 1677, em Amsterdã, e ela era parte de um compêndio da obra de Spinoza. Este compêndio foi publicado com o nome de *Opera Posthuma*. Quem nos esclarece é Xavier (SPINOZA, 2021),

em nota editorial da obra, traduzida pelo grupo de estudo Espinosano da USP (Universidade de São Paulo) e coordenado por Marilena Chauí, filósofa e estudiosa de Spinoza.

O escrito *Ética*, já em seu título, nos elucida como estão estruturados o texto e a metodologia utilizada. O autor, no título, já revela que demonstrará sua teoria segundo o método dos geômetras. Abrantes (2019) em um artigo na revista *Conatus*, do grupo de estudo do Ceará o GT (grupo de trabalho) *Benedictus de Spinoza*, escreve sobre o valor que tinha tal método para os filósofos que desejavam garantir que suas teorias não fossem refutadas.

De Abrantes (2019, V. 11, N. 21. p. 43) esclarece que na Idade Moderna, se buscava um método onde: “[...] a natureza deveria ser ordenada e regulada por leis inabaláveis e gerais, tais como as regras da matemática, de modo que, para decifrá-las e conquistá-las, deveria se servir de um método tal que projetasse verdadeiramente o pensamento na direção delas, assim como bem fazia o método das ciências matemáticas”.

O método lógico dedutivo dos matemáticos é evocado por Spinoza na obra *Ética*, porque é “[...] um procedimento formal e rigoroso de operacionalização e automatização” (DE ABRANTES, 2019, p. 59). O nome do método axiomático é usado “[...] para se alcançar cada vez mais uma rigidez formal e abstrata nas provas matemáticas. O modelo demonstrativo euclidiano consiste em enunciar uma coleção de premissas auto evidentes para deduzir dela um amplo conjunto de conclusões. Tais premissas têm status de indemonstrável e são de três tipos: definição, postulado e axioma” (DE ABRANTES, 2020, p. 307 - 334).

O modelo Euclidiano é usado por Spinoza, mas ele dá ao método, características spinozianas. Isso é referendado por De Abrantes (2020, p. 318) que “aponta uma diferença sutil entre a *Ética* e os *Elementos* quanto à exposição e disposição do método geométrico [...] pois Spinoza faz uso dos princípios de demonstração do método geométrico”. Spinoza usa as

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências* expressões linguísticas usuais, para dar essência e fundamentação a um conceito novo, criado por ele.

Narváez (2019), em seu artigo “La naturaleza y la función de las definiciones en la Ética de Spinoza”, explica que a obra *Ética* é a mais “prolija imitación del procedimiento geométrico que un filósofo ha llevado a cabo en los dominios de la filosofía”. Spinoza se utiliza do método dos geômetras para fazer definições que mostram a essência das coisas que quer definir. Sua pretensão é deixar a sua epistemologia incontestável e ao construí-la deixar sua identidade spinozista.

Tal identidade se verifica quando Spinoza preocupa-se com as definições, na obra *Ética*, tendo como prerrogativa o precisar, o explicar minuciosamente o que deseja expor. Quanto mais Spinoza se esmera em construir e consolidar um método que o leve à verdade, mais ele se afasta daquilo que ele chamou de superstição. Tal empenho se dá, por estar Spinoza pautando-se por um método, que o faz compreender a realidade com mais consistência e rigorosidade. Ao fazer tal escolha, o filósofo se posta como um verdadeiro defensor das Ciências, que constrói uma metodologia que explicita como devem ser os procedimentos de fazer e ensinar Ciências.

Outro procedimento que também indica seu fazer Ciências é optar por refletir e discutir permanentemente com seu círculo de amigos, suas pesquisas e reflexões científicas por correspondência. Guinsburg e Romano (2019), publicam tais cartas trocadas entre esses amigos, as cartas contêm, com riqueza de detalhes, as reflexões, pesquisas, estudos e teorias de Spinoza com seu círculo de amigos. A respectiva obra clarifica que Spinoza já compreendia a importância da troca, da discussão coletiva, para apurar detalhes, ainda não percebidos nos estudos, para assim qualificar minuciosamente o seu fazer Ciências.

Lembremo-nos que a vida de Spinoza e de seu grupo se passa na Idade Moderna, tempo em que

a Ciência tinha que se aperfeiçoar para consolidar-se. Por tanto, quem a fazia, seguia preceitos específicos, criteriosos e rigorosos, para que suas premissas fossem garantidas e assim, corroborar com a construção das Ciências. Todo esse processo na Idade Moderna fortaleceu o conhecimento científico e suas premissas vieram a consolidar um novo paradigma.

3.2. Contribuições de Spinoza para a Ciências na Contemporaneidade

Em buscas contemporâneas sobre as contribuições da teoria de Spinoza para a Ciências encontramos Costa-Pinto (2016). A sua escrita dialoga com o conceito de educação ambiental e o aporte teórico emerge da obra *Ética*, em específico do item dos afetos. Os afetos são trazidos como potência de ser e agir. A autora, nos relata que os afetos revelam potência, em Spinoza, e que existem três afetos básicos.

Tais afetos seriam: desejo, alegria e tristeza – sendo desejo o que nos move e que a alegria e a tristeza seriam os indicadores do aumento ou diminuição de nossa potência. A pesquisadora entrelaça a teoria dos afetos de Spinoza ao sentido psicológico - intelectual e nos afirma que a Educação Ambiental se efetivará quando o ser humano estiver potencializado pela intelectualidade, pois ela eleva o sujeito a reflexões e consequentemente ações pela razão.

O estudo, da pesquisadora, também afirma que quando os homens se compreendem indivíduos - participantes e integrantes da natureza, pelo conhecimento racional, passam a ter uma atuação consciente, para com tudo que os cercam. Tal discernimento leva os homens a preservarem o meio ambiente e assim construir uma sociedade sustentável.

Costa-Pinto (2016) expõe que tal conhecimento emana, também, da compreensão do agir coletivo, da compreensão do poder do indivíduo em uma sociedade (de espírito coletivo). E este é o desafio para que se atinja e se faça cumprir os preceitos da educação ambiental, ou seja, que os homens compreendam que são modos finitos e

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências* (SPINOZA, 2021, p. 91). Spinoza define atributo ao escrever que “por atributo compreendo aquilo que, de uma substância, o intelecto percebe como constituindo a sua essência” (SPINOZA, 2021, p. 45).

singulares do seu próprio meio ambiente. Isso tudo evoca o homem a conhecer-se e a conhecer ao seu redor, pelo conhecimento científico, ou seja, conhecer os princípios, desde suas causas. E ao percorrermos, os homens, tal caminho, buscam saber que seres são? Por que são esses seres? E, por que habitam este planeta Terra?

Na continuidade de nossa busca, encontramos a dissertação de mestrado de Prediger (2018), onde a autora trabalha com a primeira parte do Livro *Ética*, que trata da natureza, substância e Deus. Sua pergunta de pesquisa foi: “*Como abordar no Ensino de Ciências o surgimento do Universo - mitologia, religião e Ciência sob o filtro de Spinoza?* Para formular suas teorias, ela traz a ontologia de Spinoza, mas busca fundamentos na Metafísica do filósofo. Ao passo, que também avalia os pontos divergentes ou não entre a Teoria da Relatividade de Einstein e a Metafísica de Spinoza, ao mesmo tempo, que deseja compreender o papel do Ensino de Ciências, ao abordar o surgimento do Universo.

Prediger (2018, p. 33) afirma que “a Metafísica de Spinoza está direcionada à compreensão de noção da natureza e todo o seu conjunto como substância única”. Ela nos explicita que Spinoza, quando olha para a natureza, a compreende como um todo e que este todo, se conecta, porque há uma substância que está em tudo e que tal substância liga e interliga tudo e a todos. Ao que nos suscita pensarmos em um movimento infinito, das forças da natureza. Tal constatação elucidada que Spinoza dialogava com seu contexto, do século XVII, em que uma nova Ciência emergia, a Física, que traçava um elo entre cartesianismo e neotomismo mecanicista (PORTO, 2020).

A substância de Spinoza além de estar presente na natureza, é ela que faz tudo se correlacionar, existir e evoluir, e ele mesmo afirma escrevendo que “além de DEUS nenhuma substância pode ser dada nem concebida” (SPINOZA, 2021, p. 77), ou melhor, “as coisas particulares nada são, senão as afecções dos atributos de Deus, ou seja, modos, pelos quais os atributos de Deus se exprimem de maneira certa e determinada”

As reflexões filosóficas e a metafísica de Spinoza nos afirmam que tudo que existe no cosmos, não existe isoladamente, ou sem conexões entre si ou com o todo, pois assim é o ser e o existir da substância. E é nesta perspectiva que Prediger (2018) entrelaça Einstein e Spinoza e os une na Teoria da Relatividade (TR), pois a TR unitariza tempo-espaço com os campos de força e corpos materiais. Em tal teoria Einstein realizou a união de diversos conceitos para demonstrar, o que chamou de TR. Ponczek (2019) nos dirá que Einstein, chega ao monismo de Spinoza para provar sua teoria e reafirma a metafísica, dele, sobre o tempo, que é uma perspectiva humana.

No escrito de Prediger (2018) Spinoza está conectado ao surgimento do Universo e tais explicações estão na primeira parte do seu livro *Ética*, como já explicamos acima. Toda explicação sobre o cosmos ele relaciona a substância e como ela se dá e está em todo o Universo. De acordo com Spinoza ela (a substância) é o próprio Cosmo, pois lembramos que é no nascer da substância que tudo se inicia, ou pois, antes dela, nada existia. Em outras palavras:

Deus, ou seja, todos os atributos de Deus são eternos. Como efeito, Deus (pela def.6) é substância que (pela Prop. II) existe necessariamente, isto é (pela Prop. 07), cuja natureza pertence existir, ou seja (o que é o mesmo) de cuja definição segue que ele existe, e por isso (pela Def. 8) é eterno. Em seguida, em atributos de Deus cumpre entender aquilo que (pela Def.4) exprime a essência: é isso mesmo que os próprios atributos devem envolver. Ora, à natureza da substância (como já demonstrei pela Prop. 7) pertence a eternidade. Logo cada um dos atributos deve envolver eternidade, e assim todos são eternos. C.Q.D. 7 (SPINOZA, 2021, p.83).

[158]

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências

Na afirmativa: “A existência de Deus e sua essência são uma só e o mesmo” (Spinoza, 2021, p. 83), está é a explicação sobre o princípio do Cosmos. A substância da essência, o existir de tudo e que antes dela nada há. O conhecimento que acumulamos hoje sobre o surgimento do Universo, comparando com a teoria metafísica, de Spinoza é o que a Ciência afirma, hoje. E a TR de Einstein confirma. Ao escutarmos Einstein dizer: “Acredito no Deus de Espinosa, que se revela na ordem harmoniosa daquilo que existe, e não num Deus que se interesse pelo destino e pelos actos dos seres humanos” (FIOLHAIS, 2005, p. 325), o físico está afirmando que suas pesquisas corroboram com a metafísica de Spinoza.

Prediger (2018) ao realizar o encontro da TR de Einstein e a Metafísica de Spinoza, nos impulsiona a pensar o quanto Spinoza contribuiu com Einstein, na construção de sua teoria. Tais contribuições impulsionaram Einstein a refletir e pensar com um **olhar indisciplinado** (grifo nosso), como argumenta Chassot (2016). Em outras palavras, Einstein inicia a elaborar uma Ciência, que passa a produzir conhecimento científico numa perspectiva sistêmica e complexa como a que temos em Morin (2007).

4. Metodologia

O presente artigo é uma revisão bibliográfica narrativa. Os dados levantados para essa pesquisa foram de artigos, dissertações, teses, livros e vídeos da plataforma YouTube. Ou seja, como argumenta Gill (2008), obtemos dados a partir de material já elaborado. Segundo Fink (2019), a revisão narrativa é útil quando a literatura é parca.

Para elaboração do presente artigo se referendou no banco de dados do Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores em língua portuguesa e inglesa e o nome do teórico em holandês: Baruch Spinoza e as Ciências, Baruch Spinoza e o Ensino de Ciência, Baruch Spinoza Ciências e Ensino de Ciências. Não encontrando artigos que respondessem aos nossos descritores

no primeiro momento, na segunda investigação usamos descritores como: metafísica de Spinoza, universo de Spinoza e epistemologia de Spinoza. Ao usar estes descritores encontramos o primeiro artigo, que foi o de Costa-Pinto (2016) e logo depois o artigo de Prediger (2018). De posse destes artigos se ampliou, as leituras, pois se buscou as referências das autoras. Dentre as referências nos deparamos com a escrita de Ponczek (2009), professor de física da Universidade Federal da Bahia – Brasil, e estudioso de Spinoza dentro do ensino de física.

Tendo o Google acadêmico, nos apresentado parcas contribuições dentro da temática que pesquisamos, buscamos informações no YouTube, e a plataforma nos levou a inúmeros vídeos que falavam de Spinoza, mas ao persistirmos foi encontrado a live do II Ciclo Historia y Filosofía de la Ciencia, promovido pelo Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de San Martín, Argentina. A live tinha como título: **La Ciencia en la filosofía de Spinoza**, (grifo nosso) e foi apresentada pelo professor Dr. Mario Narváez, pesquisador do **método** (grifo nosso) utilizado por Spinoza.

As leituras acima nos levaram ao grupo de estudos sobre Spinoza da Universidade Estadual do Ceará, chamado Grupos de Estudos sobre Benedictus de Spinoza, coordenado pelo professor Dr Emanuel Angelo da Rocha Fragoso. O grupo produz a Revista Conatus - Filosofia de Spinoza e publicou várias obras, a qual também foi aporte teórico para conhecermos mais Spinoza.

Realizamos, também, contato e participamos de encontros com o grupo de estudo de Spinoza da USP (Universidade de São Paulo) chamado Grupo de Estudos Espinosanos, que nasceu em uma aula, no ano de 1995, da professora Marilena Chauí (estudiosa de Spinoza no Brasil). O grupo publica a revista Cadernos Espinosanos ao qual também utilizamos inúmeras leituras para compreender o contexto histórico de Spinoza, assim como, apropriarmos sobre a teoria do filósofo e assim se construiu o escrito: Spinoza e suas contribuições para o Ensino de

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências*. Abaixo vamos relacionar os artigos, dissertações, teses e livros que usamos para nossa fundamentação teórica sobre Baruch Spinoza e

as suas contribuições para o Ensino de Ciências, que fundamentam a construção da presente pesquisa.

4.1 Descrição da revisão bibliográfica

Tabela 1. Dados encontrados.

AUTORIA	TÍTULO	NATUREZA
COSTA-PINTO, Alessandra Buonavoglia.	Contribuições do Pensamento Filosófico de Espinosa para a Construção Teórico-Metodológica da Educação da Educação Ambiental	Artigo 2016
CHASSOT, Attico	Das disciplinas à indisciplina	Livro 2016
DE ABRANTES, Jorge Gonçalves	Algumas Considerações sobre o método Geométrico nos Seiscentos: Descartes, Hobbes e Pascal	Artigo 2019
	Algumas Considerações sobre as definições da Ética I de Spinoza Relativamente aos Elementos de Euclides	ARTIGO 2020
DE SOUZA CHAUI, Marilena.	Espinosa: Uma filosofia da liberdade	LIVRO 2020
GONÇALVEZ, Antonio Baptista	A liberdade em Espinoza	ARTIGO 2015
GUINSBURG. J., CUNHA, Newton e ROMANO.	Spinoza: obra completa II [recurso eletrônico]: correspondência completa e vida	LIVRO 2019
KOYNÉ, A	A. del mundo cerrado al universo infinito	Livro 1999
MACEDO, Cecilia Cintra Cavaleiro de Macedo	O mal, a matéria e a Lei em Moisés Maimônides.	Artigo 2019
SPINOZA, Baruch.	Tratado Teológico Político.	LIVRO 2003
	ÉTICA: Spinoza.	LIVRO 2019
	Ética/Espinosa; tradução grupo de estudos Espinosano; Coordenação Marilena Chaui. (1ª ed., 2 reimpre.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.	LIVRO 2021

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A vida e obra de Baruch Spinoza se sustentou em negar a superstição, isso foi o que impulsionou Spinoza a buscar o processo racional para explicar os fenômenos aos quais se detinha a analisar. A superstição foi a mola mestra que o impulsiona a construir a sua obra, pois se recusou a aceitar as explicações da religião judaica, que negava qualquer determinação que a Ciência

sustentava, pois era guiada pelos princípios da razão, ao contrário da religião que as explicações deveriam ser os seus dogmas e que para Spinoza eram superstições.

Costa- Pinto (2016) e Prediger (2018) se desafiaram a responder suas questões de pesquisa, inspirando-se nos princípios teóricos do mestre Spinoza. Costa-Pinto (2016) nos faz refletir que no momento em que os homens compreendem que fazem parte de uma força

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências maior, que é a natureza, se conectam e se re-conectam por afetos. **Estes afetos emanam bons fluídos, que levam os homens a "se conectarem"** (grifo nosso) a sua origem e ao seu potencial ao máximo, a razão e ao bem em comum. É neste instante, que o intelecto retorna a sua essência, a energia maior do Universo, a substância, ou seja, a Deus.

A pesquisadora sustenta que as buscas humanas, fixadas na razão, elevam os homens a ligarem-se à força da natureza. Desta forma, os seres humanos compreendem as causas pelas quais existem. Isso faz com que se conectem com a substância primeira, a força do cosmo. E ao passo, que conscientes dessa energia com o universo, os homens passam a proteger o meio ambiente, pois agindo desta forma também se protegem. Para a pesquisadora este seria o caminho que o homem deve percorrer para promover a Educação ambiental.

Ao chegar neste estágio de compreensão, de que as coisas estariam entrelaçadas por causa e efeito (COSTA-PINTO, 2016), isso para Spinoza é um bom encontro. Em outras palavras, os homens seriam afetados por algo que só os projetam para o bem maior. Costa-Pinto (2016) elucida que a Ciência de Spinoza é vertente para o processo do pensamento racional, pois a busca da razão e da causa existencial, leva o ser humano a fazer entrelaçamentos com seu potencial de ser e agir. Levando-o a conhecer, pensar, refletir e agir, plenamente, pelo intelecto e pela razão.

E como consequência disso, a humanidade teria o bem viver, que se trança com sua essência, com a natureza, com o meio ambiente e com o cosmo, resgatando assim, a força maior, a natureza, que emana da substância maior, de onde tudo emerge, flui e se funde.

Prediger (2018), nos faz lembrar que o saber do passado, pode contribuir para que possamos ver o hoje, com uma perspectiva diferente. Podemos perceber isso, quando ela nos faz compreender o papel da metafísica de Spinoza,

para que Einstein pudesse vir a olhar o seu fenômeno com outros significados. Assim como, que após esta interpretação do cosmos, por Einstein, a Ciência rompe com o olhar disciplinar sobre os fenômenos em estudo, na física, e opta por um olhar indisciplinado.

Uma Ciência com perspectivas transdisciplinares, corta conexão com o paradigma da Ciência moderna, hegemônica por séculos (MORIN, 2007) e com o proceder cartesiano (CHASSOT, 2016), donde se fragmenta, se hierarquiza, para compreender pela especificidade. Morin (2007) explana que a Ciência sobre perspectiva do pensamento cartesiano fixa e seleciona, pois isso é uma de suas prerrogativas para alcançar o conhecimento científico. Em outras palavras, quando se tem dados significativos para o entendimento, separam ou unem e hierarquizam pela lógica da organização, isso faz com que o cérebro organize seu pensamento desta forma, e isso acontece porque somos levados a este processo lógico da organização do pensamento (MORIN, 2007). Enfim, esta é a forma como se constrói as teorias científicas, dentro do padrão cartesiano.

Assim, toda construção de conhecimento, que hoje vemos projetada na técnica da especificidade exacerbada, no método que elabora conhecimento sem um pensar e proceder sistêmico, leva as Ciências a não desvelar a realidade na sua integralidade. Vindo assim, a elaborar conhecimentos não robustos e consistentes. A questão é dar outra perspectiva ao "sujeito da pesquisa", que no método científico cartesiano, fica a parte do fenômeno ao qual estuda, projetando-se como um ser superior e além dos fenômenos.

Para o filósofo Spinoza, o pesquisador deve ser um partícipe da interpretação da realidade e seus fenômenos. O sujeito pesquisador, não deve esquecer que está envolto pelo fenômeno, ao qual se dedica a conhecer, portanto, não é alheio a ele. Logo, o sujeito da pesquisa é um pesquisador participante do fenômeno, ao qual

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências estuda. E assim, ele se apropria de todo o processo do fenômeno e também é afetado por ele.

Averiguamos assim, que o estudo de Prediger (2018) sobre a obra *Ética demonstrada em Ordem Geométrica* de Spinoza, conota posições científicas tanto de Chassot (2016) como de Morin (2001) que defendem que a elaboração de conhecimentos científicos, devem se entrelaçar com uma pedagogia do pensamento sistêmico e transdisciplinar. E que todo este novo proceder das Ciências nos leva a pensar, que estamos em um novo momento de transição, ou seja, estamos nos encaminhando para outro paradigma científico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enfim, este estudo demonstra que as contribuições de Baruch Spinoza para a Ciências são contemporâneas. Se nos determos aos afetos, ele nos fala das correlações de forças que temos entre o todo do cosmos. Ao passo que isso também tem relação com a física, que nascia naquele momento histórico de Spinoza e que hoje tem como teorias as forças da natureza e de como elas interferem na vida humana, planetária e cósmica.

Outra contribuição é a indisciplinaridade, pois as Ciências, carregam em seus procederes a concepção disciplinar para o estudo de fenômenos. E podemos verificar isso na escola, pois ela multiplica conhecimento científico disciplinarmente e os estrutura. E é desta forma que as Ciências, na escola, são reproduzidas, melhor dizendo, é conduzida por um olhar disciplinar e prática que constrói conhecimentos em gavetinhas que não se interligam.

Se continuarmos com este proceder dentro da escola, nossos discentes não criaram conceitos indisciplinados, não se compreenderão parte de um todo. As práticas escolares, se perpetuam, em sua grande maioria, pois o que existe é explicar fenômenos por procedimentos disciplinares e

fragmentados. Este padrão pedagógico conduz ao ordenamento do pensamento disciplinar, que não faz elos entre seus saberes, que nega a subjetividade da interpretação do fenômeno em pesquisa.

Em outros termos, o pensamento se orienta pela lógica da especificidade, de um ponto específico do estudo, sem observar e levar em consideração o contexto e sua complexidade, a que o fenômeno está envolvido. Desta forma, não se constrói conhecimentos robustos e vastos na pesquisa.

A obra deste filósofo levanta também a importância do espírito coletivo na pesquisa científica, pois as trocas que estabelece com seus amigos, em cartas, nos revela, que elaborava reflexões, discussões e trocas com seus pares, sobre fenômenos em estudo e pesquisa. Toda esta dinâmica de trocas nos comprova que a robustez das teorias do filósofo, se estabelece porque acreditava na construção coletiva do conhecimento.

Isto posto, o estudo nos revelou que estamos nos forjando a uma nova forma de olhar os fenômenos, dentro das pesquisas científicas, E isso tudo nos inspira a continuar a pesquisar sobre Baruch Spinoza e suas contribuições para as Ciências. Assim como, também compreendemos o quanto são contemporâneas as teorias de Spinoza e por isso nos inspira a continuar a pesquisar. Desta maneira, podemos afirmar que o tempo de Spinoza, não soube interpretá-lo, pois ele estava além da intelectualidade do século XVII. Quiçás da religiosidade daquele momento histórico.

Observando tais fatos podemos vislumbrar para estudos futuros, primeiro um estudo mais aprofundado sobre as contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências, assim como, se há contribuições para o Ensino de Ciências. Devemos também multiplicar esses saberes com as instituições escolares. Averiguar, também como reproduzir na escola, essa nova teoria do

Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências conhecimento. E se pode vir a contribuir com a multiplicação da racionalidade, pelo conhecimento científico, pelo viés da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

E se poder, vir assim, a auxiliar a superar inúmeras superstições presentes na escola, provinda da nossa sociedade como crenças em pseudociências multiplicadas pelas fake news. Pois "Fake News" é um tema da educação e ensino e, mais especificamente um tema do ensino de Ciências, quando as Fake News são relativas aos assuntos que envolvem a Ciência" (CUNHA e ROSA, 2022, p. 523).

Finalmente, podemos afirmar que Spinoza contribuiu para compreendermos que Ciências é crítica, racional e sistemática, assim como também todos devem ter acesso, pois propõe e enfatiza a observação cuidadosa, a análise crítica diante da compreensão dos fenômenos e que tais descobertas devem ser disseminadas e acessível a todos. Assim como também, compreendêssemos a unidade da natureza e a interdependência de todas as coisas. Percebendo assim, que se faz necessário um olhar indisciplinado ao construirmos conhecimento científico. E embora o filósofo holandês não tenha ensinado ciência no sentido tradicional, suas ideias filosóficas tiveram um impacto significativo no desenvolvimento das Ciências modernas e de seus métodos. Tanto que visualizamos suas teorias, ao estudarmos autores como Edgar Morin e a teoria do pensamento complexo e Áttico Chassot quando teoriza sobre olhares indisciplinados, na busca do conhecimento científico.

Referências

Bastos, M. T. (2022). Cartografia dos afetos na covid-19 a partir das timelines discursivas no Facebook.

Cantanhede, S. C. S., Rizzatti, I. M., & Cantanhede, L. B. (2023). Epistemologia de Paulo Freire e Edgar Morin como suporte para construcción de una propuesta CTSA. *Góndola, Enseñanza y*

Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências Aprendizaje de las Ciencias, 18(1), 188-204. <https://doi.org/10.30827/gold.v18i1.20606>

Coelho, T. C. B., & Sanabria, C. A. P. (2020). Valorização da produção científica em tempos de COVID-19. *Revista de Saúde Coletiva da UFEs*, 10 (1), 1-6.

Costa-Pinto, A. B. (2016). Contribuições do Pensamento filosófico de Espinosa para a construção teórica-metodológica da educação ambiental. In J. S. Silva & L. A. Oliveira (Eds.), *Políticas socioambientais e Participação* (pp. 141-151). AnnaBlume.

Chassot, A. (2016). *Das disciplinas à indisciplina*. Appris Editora e Livraria Eireli-ME.

de Castro-Silva, C. R., Alves Abdala, C., & Nimtzovitch Cualhete, D. (2023). Preceitos religiosos e Covid-19: medo e esperança na política e nas ações comunitárias. *Revista de Educação Popular*, 22(2).

da Cunha, M. B., Canto, R. A., & Moreira, M. A. (2022). Ciência falsa: proposta de análise. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), e18806. <https://doi.org/10.14483/23464712.18806>

Chauí, M. (2004). *O retorno do teológico-político. Retorno ao republicanismo*, 93-134.

de Souza Chauí, M. (1995). *Espinosa: uma filosofia da liberdade*. Moderna.

de Abrantes, J. G. (2019). Algumas considerações sobre o método geométrico nos seiscentos: Descartes, Hobbes e Pascal. *Revista Conatus-Filosofia de Spinoza*, 11(21), 43-54.

de Abrantes, J. G. (2020). Algumas considerações sobre as definições da ética I de Spinoza relativamente aos elementos de Euclides. *Cadernos Espinosanos*, (43), 307-344.

Escoto, D., Teixeira Peres, S., Nunes Paiva, P., & Folmer, V. (2020). Alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental: Uma breve análise acerca da produção científica. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 11(1). <https://doi.org/10.21527/2237-821X2020v11i1.87844>

Espinosa, B. (2013). *Breve tratado de Deus, do homem e do seu bem-estar*. Autêntica.

Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. Sage publications.

Fiolhais, C. (2005). Einstein e a religião. *Revista do Centro Acadêmico de Democracia Cristã*. Nova Série, (4).

- Cristina Camargo da Rosa, Carla Marielly Rosa, Vanderlei Folmer (2024). *Contribuições de Baruch Spinoza para as Ciências*
https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/12369/3/einstein_e_a_religiao.pdf
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa (4th ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Gomes, L. (2022). *Manual de regras ABNT*. Repositório Institucional da Fanorpi.
- Gonçalves, A. B. (2015). A liberdade em Espinoza. *Páginas de Filosofia*, 7(2), 77-97. <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/PF/article/view/5678/5374>
- Guinsburg, J., Cunha, N., & Romano, R. (2019). *Spinoza: obra completa II: correspondência completa e vida*. Perspectiva.
- Koyré, A. (1999). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Siglo Veintiuno de España Editores. http://juliobeltran.wdfiles.com/local--files/cursos%3Aebooks/Koyre_Del_Mundo_cerrado.pdf
- Macedo, C. C. C. (2019). O mal, a matéria e a Lei em Moisés Maimônides. *Trans/Form/Ação*, 42, 171-192. <https://www.scielo.br/j/trans/a/SMFGM8wkYCTM8rSRVv35cZh/?format=pdf&lang=pt>
- Martta, M. (2019). Algumas considerações acerca da Metafísica presente na Ética demonstrada à Maneira dos Geômetras de Baruch Spinoza. *Revista Conatus-Filosofia de Spinoza*, 11(21), 63-72. ISSN 1981-7509.
- Moraes, R. F. D. (2022). *Ciência e pseudociência durante a pandemia de Covid-19: o papel dos "intermediários do conhecimento" nas políticas dos governos estaduais no Brasil*.
- Morin, E., & Lisboa, E. (2007). *Introdução ao pensamento complexo*. Sulina.
- Morin, E., Ciurana, E. R., & Motta, R. D. (2003). *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana (3rd ed.)*. Cortez.
- Nadler, S., & Martins, J. E. (2003). *Espinosa: vida e obra*.
- Narváez, M. A. (2019). La naturaleza y el rol de las definiciones en la Ética de Spinoza. In *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía* (pp. 65-79). Universidad Complutense de Madrid.
- Nussbaumer-Streit, B., Mayr, V., Dobrescu, A. I., Chapman, A., Persad, E., Klerings, I., ... & Gartlehner, G. (2020). Quarantine alone or in combination with other public health measures to control COVID-19: a rapid review. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9).
- Ponczek, R. L. (2009). *Deus, ou seja, a natureza: Spinoza e os novos paradigmas da física*. EDUFBA.
- Prediger, T. L. (2018). *Spinoza, universo e ensino de ciências: análise crítica dialética da concepção spinozista da natureza na abordagem do surgimento do universo para o ensino de ciências* (Master's thesis). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- PORTO, C. M. (2020). A história do problema das colisões na física do século XVII anterior a Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42.
- SAMPAIO, R. F., & MANCINI, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11, 83-89.
- SCHAMA, S. (1992). *O Desconforto da riqueza à cultura holandesa na época de ouro: uma interpretação*. Companhia das Letras.
- SPINOZA, B. (2019). *ÉTICA: Spinoza*. Lebooks Editora.
- SPINOZA, B. (2021). *Ética/Espinosa; tradução grupo de estudos Espinosano; Coordenação Marilena Chauí*. (1ª ed., 2 reimpre.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- SPINOZA, B. (2003). *Tratado Teológico Político*. Tradução, introdução e notas de Diogo Pires Aurélio. São Paulo: Martins Fontes.





A CONSTRUÇÃO DE PROJETOS POR EDUCANDOS DO ENSINO MÉDIO: UMA POSSIBILIDADE PARA A EDUCAÇÃO CTS

THE CONSTRUCTION OF PROJECTS BY HIGH SCHOOL STUDENTS: A POSSIBILITY FOR STS EDUCATION

LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS POR ESTUDIANTES DE SECUNDARIA: UNA POSIBILIDAD PARA LA EDUCACIÓN CTS

Lucas Carvalho Pacheco* , Cristiane Muenchen** 

Como citar este artículo: Pacheco, L.C; Muenchen, C. (2024). A construção de projetos por educandos do Ensino Médio: uma possibilidade para a Educação CTS. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 165-178. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20285>

Resumo

São diversas as pesquisas no campo educacional que constatarem as potencialidades da abordagem com temas em sala de aula, em especial as abordagens que promovam a alfabetização científica e tecnológica, como a Educação Ciência Tecnologia Sociedade. Nesta perspectiva, foi implementado, em uma escola pública estadual de educação básica, no município de Santa Maria/RS, um conjunto de aulas de física com o tema “A expansão do bairro Camobi e os impactos da construção civil nas mudanças climáticas”. A implementação ocorreu no âmbito do estágio supervisionado de um licenciando em física e foi dividida em duas unidades temáticas, sendo elas: i) “De que forma a expansão do bairro Camobi e, conseqüentemente, a Construção civil impactam nas mudanças climáticas?”; e, ii) “O tipo de habitação interfere no bairro Camobi?”. Para cada uma dessas unidades temáticas, os educandos tiveram que construir e apresentar um projeto. Neste contexto, o presente trabalho é norteado pelo seguinte problema: de que forma a construção e a apresentação de projetos por educandos do Ensino Médio auxilia na formação educacional almejada pela perspectiva da Educação Ciência Tecnologia Sociedade? Para responder a este problema, o presente relato foi balizado por uma discussão a partir dos parâmetros e propósitos brasileiros da Educação CTS, elencados por Strieder e Kawamura (2017). Dentre os resultados obtidos, observou-se que a construção de projetos estimulou a discussão das implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia,

Recibido: Mayo 2023; Aprobado: Noviembre 2023

* Licenciado em Física. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. lucascarvalho@ufsm.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3992-2243>

** Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. cristiane.muenchen@ufsm.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3144-0933>

promoveu o interesse dos educandos em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, além de proporcionar uma compreensão mais crítica do papel da ciência e do trabalho científico.

Palavras-Chave: Abordagem Temática; Educação CTS; Projetos; Estágio; Ensino de Física;

Resumen

Existen varios estudios en el campo educativo que confirman el potencial del abordaje de temas en el aula, especialmente enfoques que promuevan la alfabetización científica y tecnológica, como la Educación Ciencia Tecnología Sociedad. En esa perspectiva, se implementó un conjunto de clases de física con el tema “La expansión del barrio Camobi y los impactos de la construcción civil en el cambio climático” en una escuela estatal de educación básica, en el municipio de Santa Maria/RS. La implementación se dio en el marco de la pasantía supervisada de un licenciado en física y se dividió en dos unidades temáticas, a saber: i) “¿Cómo impacta la ampliación del barrio Camobí y, en consecuencia, la Construcción Civil en el cambio climático?” y ii) “¿El tipo de vivienda interfiere con el barrio Camobi?”. Para cada una de estas unidades temáticas, los estudiantes debían construir y presentar un proyecto. En ese contexto, el presente trabajo se orienta por el siguiente problema: ¿cómo ayuda la construcción y presentación de proyectos por parte de estudiantes de secundaria en la formación educativa deseada desde la perspectiva de la Educación Ciencia Tecnología Sociedad? Para responder a este problema, el presente informe fue guiado por una discusión basada en los parámetros y propósitos brasileños de la Educación CTS, enumerados por Strieder y Kawamura. Entre los resultados obtenidos, se observó que la construcción de proyectos estimuló la discusión de las implicaciones sociales y éticas relacionadas con el uso de la ciencia y la tecnología, promovió el interés de los estudiantes en relacionar la ciencia con los aspectos tecnológicos y sociales, además de brindar una comprensión más profunda crítica del papel de la ciencia y el trabajo científico.

Palabras-Clave: Enfoque Temático. Educación CTS. Proyectos. Pasantías Supervisadas. Enseñanza de la Física.

Abstract

There are several studies in the educational field that confirm the potential of approaching themes in the classroom, especially approaches that promote scientific and technological literacy, such as Science Technology Society Education. In this perspective, a set of physics classes with the theme “The expansion of the Camobi neighborhood and the impacts of civil construction on climate change” was implemented in a state public school of basic education, in the municipality of Santa Maria/RS. The implementation took place within the supervised internship of a physics graduate and was divided into two thematic units, namely: i) “How does the expansion of the Camobi neighborhood and,

consequently, Civil Construction impact on climate change?" and ii) "Does the type of housing interfere with the Camobi neighborhood?". For each of these thematic units, students had to build and present a project. In this context, the present work is guided by the following problem: how does the construction and presentation of projects by high school students help in the educational formation desired by the perspective of Science Technology Society Education? To answer this problem, the present report was guided by a discussion based on the Brazilian parameters and purposes of Science Technology Society Education, listed by Strieder and Kawamura. Among the results obtained, it was observed that the construction of projects stimulated the discussion of the social and ethical implications related to the use of science and technology, promoted the students' interest in relating science to technological and social aspects, in addition to providing a deeper understanding critique of the role of science and scientific work.

Keywords: Thematic Approach. STS Education. Projects. Supervised Internship. Physics Teaching.

1. Introdução

No contexto educacional, critica-se cada vez mais as aulas que priorizam a memorização de conceitos e equações em detrimento da formação crítica e voltada para a cidadania dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (KRASILCHIK, 1987; RODRIGUES, 2017). No que tange a área de Ensino de Física, AULER (2012) inicia o prefácio do livro *O Ensino de Física e o Enfoque CTS: caminhos para uma Educação cidadã* (MORAES; ARAÚJO, 2012) realizando a seguinte problematização: *Por que continuar ensinando Física no Ensino Médio?*

Para discutir esta problematização, o autor utiliza-se de uma "experiência de pensamento" em que, a partir de uma reforma curricular, é sugerida a exclusão da disciplina de Física. De que forma argumentar para defender sua permanência? Evidentemente, não pode-se argumentar que os educandos memorizarem equações para aplicarem em uma prova, sem nenhum vínculo com a realidade dos mesmos, é um motivo para sua permanência no currículo escolar. Nesse sentido, AULER (2012) expõe que a lógica predominante da disciplina de física é

[...] olhar para os programas a serem cumpridos, não para o mundo dos fenômenos físicos. Lógica

que contém o gérmen do fracasso, da evasão da maioria. Lógica que não combina com cidadania. **Formar para a cidadania exige repensar currículos, currículos sensíveis à experiência vivida pela comunidade escolar**, repleta de "arcos-íris", de temáticas, também de problemas contemporâneos para cujo enfrentamento conceitos físicos são fundamentais (AULER, 2012, p. 10, *grifo nosso*).

Neste contexto, a utilização de temas vem sendo uma das possibilidades exploradas por pesquisadores e professores para a superação de currículos fragmentados, propedêuticos e descontextualizados da realidade dos educandos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007; HALMENSCHLAGER, 2014). Dentre as alternativas para a utilização de temas em sala de aula, encontra-se a perspectiva curricular denominada Abordagem Temática, a qual se caracteriza pelos conceitos científicos serem subordinados ao tema, ou seja, "o que ensinar não é tomado como um dado *a priori*" (PIERSON, 1997, p.153).

Com base nos pressupostos da Abordagem Temática e em sintonia com os parâmetros e propósitos da Educação CTS (Ciência Tecnologia Sociedade), foi elaborado e implementado um projeto de ensino-aprendizagem com o seguinte tema sociocientífico: "A expansão do bairro

Camobi e os impactos da construção civil nas mudanças climáticas”, ao longo das disciplinas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física (ESEF). A implementação ocorreu em uma turma com 26 estudantes do segundo ano do Ensino Médio regular, em uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada no bairro Camobi, no município de Santa Maria/RS. Ao todo, foram planejadas e ministradas quatorze horas/aula, divididas em duas unidades temáticas, sendo elas: i) “De que forma a expansão do bairro Camobi e, conseqüentemente, a Construção civil impactam nas mudanças climáticas?”; e ii) “O tipo de habitação interfere no bairro Camobi?”, como elucidado na tabela a seguir.

Tabela 1. Unidades temáticas e os conhecimentos científicos desenvolvidos.

Unidades Temáticas	Conhecimentos Científicos
De que forma a expansão do bairro Camobi e, conseqüentemente, a Construção civil impactam nas mudanças climáticas?	Energia térmica, amplitude térmica, sensação térmica, temperatura, calor, equilíbrio térmico e Ilhas de calor.
O tipo de habitação interfere no bairro Camobi?	Inversão térmica, processos de propagação de calor, isolantes térmicos, inércia térmica, capacidade térmica, calor específico calor sensível.

Conhecimentos científicos desenvolvidos em cada uma das unidades temáticas **Fonte:** Autores

A partir da tabela anterior, observam-se os conhecimentos científicos desenvolvidos em cada uma das unidades temáticas.

2. Abordagem Temática na perspectiva da Educação CTS

A perspectiva curricular da Abordagem Temática é constituída por algumas vertentes, dentre elas: Abordagem Temática Freireana (ATF), Abordagem Temática na perspectiva da articulação Freire-CTS, Abordagem Temática na perspectiva da articulação CTS-Freire e a Abordagem Temática na perspectiva da Educação CTS. As duas primeiras caracterizam-se pela utilização do Tema Gerador, ou seja, é realizado uma investigação da realidade dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-

aprendizagem (TORRES, 2012; AULER, 2007a). Já as duas últimas caracterizam-se pela utilização de um tema sociocientífico escolhido pelo professor, considerando a realidade dos educandos.

Ainda, no contexto da articulação entre os pressupostos Freireanos e da Educação CTS, é relevante destacar que MARASCHIN e LINDEMANN (2022) realizaram um importante panorama das discussões e proposições desta articulação na área de educação em ciências. Além disso, os autores relacionam a abordagem de temas com o currículo da formação inicial docente, em que, segundo os autores, “é possível inferir que o currículo da formação inicial de professores precisa ser revisto, assumindo discussões sobre práticas efetivas e articuladas no que se refere ao trabalho com temas, envolvendo problemas sociais, ligados às temáticas de Ciência e Tecnologia” (MARASCHIN, LINDEMANN, 2022, p.98).

No que tange ao presente estudo, o mesmo está dentro da vertente da Abordagem Temática na perspectiva da Educação CTS. Embora o tema escolhido - “A expansão do bairro Camobi e os impactos da construção civil nas mudanças climáticas” - seja um tema local, o mesmo não representa, necessariamente, uma *situação-limite* dos educandos, pois não foi realizado um processo de investigação da realidade na comunidade. Entretanto, o tema pode ser considerado sociocientífico, pois auxilia no entendimento, por parte dos educandos, das relações dos três campos: Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O movimento CTS surgiu no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista linear/tradicional de forte impacto ambiental, além da reflexão sobre o papel da ciência na sociedade. Segundo AULER (2007b), o movimento CTS passou a criticar decisões tecnocráticas e buscar decisões democráticas, almejando a participação maior da sociedade nos debates sobre ciência e tecnologia.

Deste modo, o movimento CTS foi um movimento social amplo, o qual teve implicações

em diferentes áreas, entre elas, o campo educacional - em especial, a educação científica. Em meados do século XX, durante a Guerra Fria, os países envolvidos queriam demonstrar seu poder científico e tecnológico, além do militar. Um exemplo disso é a corrida espacial. Para isso, cada vez mais era necessário a formação de cientistas no menor tempo possível, o que levou à elaboração de projetos curriculares que priorizavam a experiência do método científico (KRASILCHIK, 1987). No entanto, a partir da década de 1970, com o agravamento dos problemas ambientais, a área da educação científica começou a inserir os pressupostos do movimento CTS, tanto nas práticas pedagógicas quanto nas pesquisas acadêmicas, com a pretensão de uma educação científica voltada para a formação cidadã. No Brasil, a década de 1990 é o marco de início das discussões sobre a Educação CTS (CACHAPUZ, 2008), na qual destacam-se as pesquisas de SANTOS (1992), TRIVELATO (1993) e AULER (2002).

Nessa perspectiva, STRIEDER e KAWAMURA (2017) discutem os propósitos e os parâmetros brasileiros presentes na perspectiva CTS. Os parâmetros buscam sintetizar diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esses parâmetros referem-se à (i) *Racionalidade científica*, ao (ii) *Desenvolvimento tecnológico* e à (iii) *Participação social*. Os parâmetros referentes à racionalidade científica são: (1R) explicitar a presença da ciência no mundo; (2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência; (3R) analisar a condução das investigações científicas; (4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos; e, (5R) abordar as insuficiências da ciência. No que tange aos parâmetros referentes ao desenvolvimento tecnológico, são eles: (1D) abordar questões técnicas; (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade; (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico; (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias; e, (5D) discutir a necessidade de adequações sociais. Por fim, no que se refere à participação

social, os parâmetros expostos são: (1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas; (4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; e, (5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas (STRIEDER, KAWAMURA, 2017).

Além dos parâmetros, STRIEDER e KAWAMURA (2017) discutem que os propósitos brasileiros para a Educação CTS estão associados ao *desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais*. Com isso, a proposta de construção e de apresentação de projetos sobre a temática desenvolvida em sala de aula, a qual será relatada e discutida na próxima seção, almejou auxiliar na compreensão temática e na formação cidadã dos educandos. Ao longo do processo de desenvolvimento e apresentação dos projetos, a sala de aula tornou-se um espaço para debates e discussões sobre ciência e tecnologia, a fim de potencializar a busca pela participação social dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

3. O desenvolvimento e apresentação de projetos por educandos do Ensino Médio: uma possibilidade para Educação CTS

A tabela 1, colocada no início deste trabalho, mostra a forma com que o tema e, conseqüentemente, o planejamento de ensino foram estruturados. A primeira unidade temática tem a pretensão de discutir as relações entre a expansão do bairro Camobi (ou seja, expansão da Construção civil no bairro) e as mudanças climáticas. Já a segunda unidade temática busca discutir as condições e o conforto térmico das moradias e, ainda, observar de que forma elas interferem no bairro.

Como supracitado, os projetos foram desenvolvidos ao final de cada unidade temática e apresentados ao final do bimestre. Neste momento, ressalta-se que os projetos compuseram a avaliação bimestral dos educandos, com um peso de 50% da nota final. Almejando uma melhor organização deste relato, dividiu-se esta seção em três subseções. A primeira irá mostrar a forma com que o professor (estagiário) apresentou as propostas para os educandos. Já a segunda e a terceira irão relatar e discutir o desenvolvimento e a apresentação de cada um dos projetos elaborados pelos educandos. Ademais, deve-se ressaltar que as produções dos educandos estão identificadas pelo sistema alfanumérico, com a identificação do grupo e do projeto, por exemplo, G01_P01 refere-se ao projeto do grupo 01, a partir do projeto proposto na primeira unidade temática.

1. As propostas

Ao final do trabalho de cada unidade temática, o professor apresentou aos educandos as orientações do projeto que deveria ser desenvolvido. A turma foi dividida em quatro grupos de trabalho, sendo três grupos com seis integrantes e um grupo com quatro integrantes, totalizando 22 educandos. A temática dos projetos e as principais orientações estão explanadas na tabela 2.

Além dessas orientações específicas de cada projeto, os educandos deveriam seguir algumas orientações gerais, ou seja, para ambos os projetos, dentre elas:

1. O projeto será avaliado em duas partes, uma será a entrega de um projeto escrito e a outra será a apresentação e a defesa do projeto. A parte escrita deve conter, no mínimo, os seguintes tópicos: i) introdução; ii) Desenvolvimento; iii) resultados esperados; e, iv) referências bibliográficas.

2. TODAS as propostas de solução ao problema devem estar amparadas por conhecimentos científicos desenvolvidos ao longo do bimestre na disciplina de Física.

Tabela 2. Propostas de desenvolvimento de projetos

Tema do projeto	Orientações
A expansão do bairro Camobi e as mudanças climáticas	Todo morador de Santa Maria sabe que essa cidade “ferve” no verão, afinal, a cidade se situa no meio de um vale, ou entre os morros, o que faz com que o ar quente do verão fique “preso” em Santa Maria. Sendo assim, o verão com temperaturas acima da média é inevitável, mas existem outros fatores que influenciam, os quais podem ser minimizados. Dessa forma, o seu grupo deve elaborar um projeto buscando amenizar os efeitos das mudanças da temperatura na cidade de Santa Maria, em especial no bairro Camobi.
Conforto térmico das moradias do bairro Camobi	Ao longo deste bimestre, trabalhamos o tema “A expansão do bairro Camobi e os impactos da construção civil nas mudanças climáticas”. A construção civil é um termo que engloba uma cadeia de ramos associados ao planejamento, execução e acompanhamento de obras – sejam elas públicas ou privadas – como, por exemplo, de acessos (pontes, viadutos), de tráfego (rodovias), de saneamento (tubulações, pluviais) e de habitação (casas e prédios). Neste projeto, buscaremos responder o seguinte problema: o tipo de habitação interfere na cidade? Com base nas discussões que realizamos nas aulas e com os conhecimentos científicos aprendidos (Calor, Temperatura, Isolantes Térmicos, Inércia Térmica, Capacidade Térmica, Calor específico e Calor Sensível), o seu grupo deve montar um projeto de uma habitação com o melhor conforto térmico possível, mas deve-se considerar que a maioria dos materiais utilizados devem ser sustentáveis e de baixo custo.
	Orientações fornecidas aos educandos para a realização de cada um dos projetos. Fonte: Autores
	3. A apresentação deve ter um tempo de duração entre 5 e 10 minutos, na qual os educandos poderão utilizar diversos recursos para melhor apresentar os projetos, dentre eles: <i>slides</i> , maquetes e materiais de construção.
	Tais orientações foram entregues aos grupos durante as aulas e os mesmos foram direcionados ao laboratório de informática, no qual tiveram

duas horas/aula por projeto para iniciar a pesquisa, tirar dúvidas com o professor e estruturar os projetos. Em relação à apresentação dos trabalhos, os educandos foram informados, desde o início, de que a apresentação seria realizada na última aula do bimestre. Ademais, as apresentações foram avaliadas por uma banca, a qual foi composta por: estagiário da turma, professora regente da turma, professora orientadora do estagiário (Instituição de Ensino Superior- IES) e mais um representante da IES. Esse modelo de apresentação buscou favorecer ainda mais o diálogo Universidade-Escola, além de incentivar a apresentação dos educandos para um público externo à comunidade escolar.

1. Desenvolvimento e apresentação do projeto 1

Como citado na subseção anterior, o primeiro projeto proposto visa relacionar a construção civil e as mudanças climáticas. As aulas ministradas sobre essa temática, na qual os conhecimentos científicos são explicitados na tabela 1, buscaram problematizar e organizar o conhecimento para que os educandos aplicassem neste projeto. Para isso, foram utilizados, ao longo das aulas, diversos estudos, mapas, gráficos, dentre outros recursos, buscando explicar o fenômeno de ilhas de calor, os impactos e como é a realidade no município de Santa Maria (a partir de gráficos que mostram as diferenças nas temperaturas da superfície dos bairros Camobi e Centro). Na tabela 3, pode-se observar os principais pontos colocados pelos educandos no projeto 1.

A partir da tabela 3, consegue-se observar que os pontos mais recorrentes são: estímulo à construção de áreas verdes (e desestímulo ao desmatamento), utilização de materiais sustentáveis nas construções e economia de energia. Dentre os materiais de construção sustentáveis, está o tijolo ecológico ou sustentável, como é mostrado no excerto a seguir.

O tijolo sustentável é um tipo de material que é feito a partir das sobras geradas pela construção civil (setor muito presente em Camobi), o que faz com

que grande parte dos materiais utilizados sejam reaproveitados. Para as empresas produzirem, elas precisam dos resíduos de construção e demolição, incluindo tijolos, cascalho, areia e gesso cartonado, e então são triturados e misturados com água e um aglutinante. Os tijolos são então prensados em moldes personalizados. Coloridas com pigmentos reciclados, podem ser feitas em qualquer cor (G02_P01).

Tabela 3. Propostas apresentadas pelos educandos

Grupo	Propostas apresentadas
Grupo 1	<ol style="list-style-type: none">1. Proteção da vegetação em meio urbano, preservação da área verde;2. Criação de parques e arborização do bairro;3. Diminuição da emissão de gases poluentes pelos veículos e controle de poluentes emitidos pelas indústrias; e4. Adoção de atitudes sustentáveis pela população.
Grupo 2	<ol style="list-style-type: none">1. Utilização de tijolos sustentáveis nas construções;2. Plantio de árvores nativas no bairro Camobi, como: grápia, chá-de-bugre, louro e guapuruvu.
Grupo 3	<ol style="list-style-type: none">1. Redução do consumo de carne bovina;2. Evitar o uso de canudos e copos descartáveis;3. Realização de pequenos trechos a pé;4. Não desperdiçar alimentos;5. Economia na e da energia elétrica;6. Compras de roupas usadas; e7. Redução do volume do lixo.
Grupo 4	<ol style="list-style-type: none">1. Construção de áreas e parques verdes;2. Utilização de espelhos de água em construções; e3. Utilização de tijolos sustentáveis nas construções.

Fonte: Autores

Ainda, os educandos destacaram a importância da preservação e da criação de novas áreas verdes, com a plantação de árvores nativas. Dentre as justificativas, ressaltam-se:

As plantas são essenciais para ajustar a temperatura da cidade, pois elas absorvem CO₂ e a partir disso, eliminam o gás carbônico em excesso que está no ar por conta dos carros que o lançam na atmosfera. Portanto, para equilibrar melhor o gás carbônico e outros poluentes na atmosfera usaremos árvores que se adaptarão bem ao clima da nossa região, sejam de fácil manutenção, sejam belas e que eliminem o excesso de gás carbônico e toxinas no ar. Para isso escolhemos árvores que não tenham

um porte tão grande, fazendo com que suas raízes e o seu caule não atrapalhem na visão das rodovias, ou danifiquem o asfalto. Aqui vai uma lista de árvores que se encaixam nesses pré-requisitos: Grápia, Chá-de-bugre, Louro e Guapuruvu. Essas árvores seriam plantadas em áreas às quais elas se adaptariam bem; e poderiam ser cuidadas de uma forma fácil, assim como exercer bem o seu papel como reguladoras da temperatura (G02_P01)

Em relação à economia de energia, destaca-se a utilização de meios de transportes sustentáveis, pois dentre as propostas para minimizar o fenômeno das ilhas de calor está a “diminuição da emissão de gases poluentes pelos veículos e controle de poluentes emitidos pelas indústrias” (G01_P01). Para isso, o grupo 3 propõe:

Evitar o uso do carro sempre que possível. Os veículos, na queima de combustíveis, emitem gases de efeito estufa. Para percursos de até 3 km de distância, ir a pé é a escolha com menor impacto ambiental, sendo bom para a saúde e eliminando a emissão de GEE (G03_P01)

Como supracitado, no último dia de aula ocorreu a apresentação dos projetos. Três dos quatro grupos realizaram a apresentação dos trabalhos, pois o grupo três desistiu de apresentar¹. Ao longo das apresentações, foram utilizados, pelos grupos, os recursos de leitura (grupo 4), *slides* (grupos 1 e 2) e maquete virtual (grupo 2). A maquete virtual, produzida pelos educandos, pode ser observada a partir das capturas de tela nas figuras 1 e 2.

A partir das imagens, pode-se observar que os educandos simularam um trecho da Avenida Roraima, localizada no bairro Camobi do município de Santa Maria/RS. A partir dessa simulação, os educandos explicaram que seriam plantadas árvores nativas ao lado da avenida e nos canteiros centrais, tanto da avenida quanto da rótula.

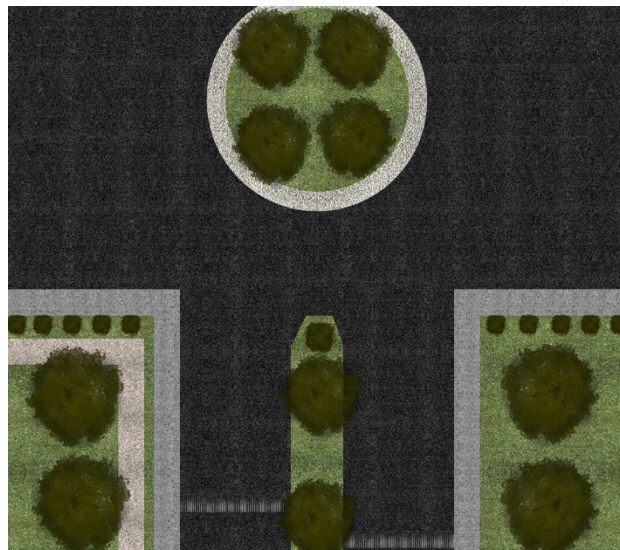


Figura 1. Captura de tela da maquete virtual (Rótula da Avenida Roraima). **Fonte:** Autores.



Figura 2. Captura de tela da maquete virtual Avenida Roraima). **Fonte:** Autores.

Além de absorver parte do gás carbônico emitido pela população e transformá-lo em gás oxigênio, as árvores teriam papel fundamental para realizar sombra no asfalto da avenida. Com isso, irá diminuir a radiação eletromagnética advinda do

¹ Ressalta-se que a parte escrita do projeto também foi realizada pelos educandos. Além disso, salienta-se que essa atividade se insere em um contexto de ruptura do modelo de avaliação tradicional, utilizado na maioria das escolas, para um modelo de

avaliação que preze pela formação crítica dos educandos, em que os mesmos tenham oportunidade de vivenciar apresentações e diálogos.

sol e incidida sob o asfalto e, conseqüentemente, irá reduzir a temperatura da superfície.

Com base no relato exposto nos parágrafos anteriores, observaram-se alguns dos parâmetros brasileiros da Educação CTS (STRIEDER, KAWAMURA, 2017) nas falas e escritas dos educandos, principalmente alguns dos parâmetros referentes à participação social, como (1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas e (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas.

O parâmetro (1P) está associado a uma maior aproximação da Sociedade com a Ciência e a Tecnologia (CT), pois a mesma passa a estar informada sobre os problemas e o desenvolvimento da CT. Nessa perspectiva, não há uma preocupação com a transformação social, mas há uma expectativa de envolvimento social com os temas relacionados à CT. No que tange ao parâmetro (2P), a participação da sociedade é realizada a partir da avaliação de pontos negativos ou positivos associados ao uso de determinado produto da CT (STRIEDER, KAWAMURA, 2017). Essa avaliação pode resultar em mudanças de atitudes de cunho individual como, por exemplo, as seguintes alternativas elencadas nos projetos: “redução do consumo de carne bovina”, “percorrer pequenos trechos a pé”, “compra de roupas usadas”, “adoção de atitudes sustentáveis”, dentre outras citadas na tabela 3. Já no parâmetro (3P) as discussões ocorrem de forma coletiva, logo, a participação social perpassa o reconhecimento das transformações causadas pelo desenvolvimento da CT. Diferente do parâmetro (2P), nesta, o foco não é avaliar pontos positivos e negativos, mas as implicações em diferentes contextos, como o fenômeno das ilhas de calor em Santa Maria, mas também em Recife e São Paulo, propondo possíveis soluções para minimizar esse fenômeno de forma global.

Ademais, não se pode deixar de citar dois parâmetros referentes à racionalidade científica: (1R) explicitar a presença da ciência no mundo e (2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência. A perspectiva defendida no parâmetro (1R) representa abordagens que dão ênfase à relevância do conhecimento científico para compreender o mundo artificial ou real (STRIEDER, KAWAMURA, 2017). Nesse sentido, as autoras (p.34) destacam que:

Nesse caso, o conhecimento científico é apontado como a principal (ou mais completa) possibilidade de compreensão da realidade, ou do tema/assunto em questão. No contexto educacional, essa abordagem de racionalidade está presente em propostas que centram suas discussões nos conhecimentos científicos necessários para compreender determinado tema. Por exemplo, em propostas sobre aquecimento global que estão centradas em conteúdos de Física Térmica ou em propostas sobre organismos geneticamente modificados que estão centradas nas Leis de Mendel.

Logo, a intencionalidade é explicitar a ciência no mundo e, com isso, a racionalidade científica não é em si objeto de discussões, questionamentos e críticas. Já no parâmetro (2R), STRIEDER e KAWAMURA (2017, p.34) sinalizam que:

Os resultados da ciência são colocados a serviço da sociedade, e esta deve decidir sobre seu uso (para o bem ou para o mal). [...] no contexto da educação CTS, esta perspectiva está associada, por exemplo, à discussão de argumentos contra ou a favor do uso dos motores à combustão interna, da energia nuclear, etc.

Não obstante, é relevante ressaltar, novamente, que o contexto deste relato é de Estágio Supervisionado, em que foram desenvolvidas apenas 14 horas/aula, em um bimestre. Diante desse cenário, justifica-se que os parâmetros superiores da Educação CTS e, conseqüentemente, mais críticos (STRIEDER, KAWAMURA, 2017), como (3R), (4R) e (5R), não foram desenvolvidos por conta do tempo disponível. Nesse bimestre, buscou-se problematizar a realidade dos educandos e explicitar a ciência no mundo real, além de

promover a compreensão do trabalho científico. Desta forma, salienta-se que é apenas com a compreensão da natureza científica que se consegue problematizar a mesma.

O desenvolvimento de todos esses parâmetros brasileiros da Educação CTS podem ser explicitados a partir do trabalho desenvolvido pelos educandos, de diversos grupos, sobre essa temática, após o término do bimestre, para ser apresentado na 5ª edição da Jornada Acadêmica Integrada Jovem (JAI JOVEM), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O banner apresentado encontra-se na figura a seguir.



Figura 3. Banner apresentado na 5ª edição da JAI JOVEM/UFSM2. **Fonte:** Educandos.

A JAI JOVEM é um evento promovido pela UFSM e tem o objetivo de aproximar a universidade com a comunidade ligada ao Ensino Médio e/ou Técnico. Desta forma, os educandos da rede pública e privada da região são estimulados a

conhecer o processo de produção de conhecimento. Diante disso, salienta-se a relevância de eventos como esse para a discussão e a participação social no desenvolvimento da CT, além de proporcionar aos educandos uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.

2. Desenvolvimento e apresentação do projeto 2

Após serem ministradas as aulas referentes à unidade temática 2, os educandos elaboraram e apresentaram um projeto no qual eles deveriam propor uma casa com o melhor conforto térmico possível, com preferência para materiais sustentáveis e de baixo custo. A tabela 4 mostra o resumo das alternativas propostas pelos educandos ao problema proposto.

Tabela 4. Propostas apresentadas pelos educandos

Grupo	Propostas apresentadas
Grupo 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilização de porcelanato nos pisos e paredes; 2. Utilização de plantas; 3. Utilização de tapetes; 4. Utilização de cortinas; e 5. Utilização de vidros.
Grupo 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plantio da árvore Catalpa; 2. Utilização de cortina <i>blackout</i>; e 3. Utilização do telhado americano, com telhas <i>shingle</i> brancas.
Grupo 3	Não realizou o projeto
Grupo 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilização de tijolos ecológicos; 2. Utilização de paredes e coberturas que tenham uma maior inércia térmica; 3. Utilização de recursos da natureza; 4. Utilização de portas e janelas amplas; 5. Utilização de lâmpadas de LED; e 6. Construção de ambientes mais amplos, sem tantas divisórias.

Propostas apresentadas pelos educandos para o segundo projeto. **Fonte:** Autores.

A partir da tabela 4, ressaltam-se as seguintes propostas: utilização de tijolo ecológico ou sustentável, utilização de recursos da natureza na parte interior e exterior da casa e utilização de vidros e janelas amplas. A utilização de tijolo

2 Este trabalho foi premiado como “Apresentação Destaque”, no eixo das Ciências da Natureza e suas Tecnologia, durante a 5ª JAI JOVEM, 2022.

ecológico ou sustentável foi novamente citada, na qual o grupo 4 destacou as características e os benefícios deste material nas construções.

Um dos materiais utilizados na construção da casa será o tijolo ecológico, ele é produzido a partir de materiais reciclados de construção, e por isso tem o seu custo mais acessível. É feito a partir de misturas como compostos de areia, de resíduos de construção ou de areia, água e cimento. No processo de fabricação deste tijolo usa-se somente uma prensa hidráulica, dispensando-se o uso de forno e queima de madeira, tornando o processo mais sustentável. Além disso, o formato do tijolo cria uma trava por meio de furos e encaixes estratégicos, diminuindo o gasto de argamassa, sendo mais rápido o processo de construção. Este material é um ótimo isolante acústico e térmico e tende a ser mais resistente (G04_P02).

Em relação à utilização dos recursos da natureza na parte interior e/ou exterior da residência, todos os grupos que realizaram o projeto destacaram a sua importância, como pode-se ver nos trechos dos projetos a seguir.

As plantas garantem mais conforto térmico porque elas ajudam a umidificar espaços e diminuir as temperaturas. Por isso, elas são uma boa aposta para decorar a casa (G01_P02).

Outro aspecto que será considerado na construção da casa é a utilização dos recursos da natureza, em primeiro lugar será observado as características do terreno com árvores e grama ao redor, para que possa haver absorção de água pelo solo e uma maior dissipação do calor. Também um terreno arborizado garante uma redução da incidência da radiação no solo, pela sombra das árvores e uma maior absorção dos materiais poluentes, por meio da fotossíntese, além de uma melhor regulação da umidade do ar, pela evapotranspiração, diminuindo as ilhas de calor (G04_P02).

Nesse sentido, o grupo 2 especificou em seu projeto a utilização da árvore Catalpa na parte exterior da residência. Tal proposta é defendida pelos educandos do grupo, pois:

Para haver um certo controle dos raios solares que irão incidir sobre a casa, nós usaremos a árvore Catalpa, que pode chegar a até 12 metros de altura e possuir folhas que tem até 30cm de comprimento cada uma. A árvore no verão é recheada de folhas

em sua copa. Impedindo que os raios solares da manhã esquentem demais o interior da casa. Porém, esta árvore perde suas folhas no inverno, permitindo que quando o clima estiver mais frio os raios solares aqueçam a região da sala e da cozinha no 1º andar (G02_P02)

Já em relação a utilização de vidros e janelas amplas, os educandos dos grupos 1 e 2 defendem e especificam sua proposta da seguinte forma:

Os vidros são usados em portas e janelas. Para quem vive em um local bastante frio, vale a pena investir em vidros duplos, que tem uma espécie de colchão de ar entre as folhas, e dessa forma impedem a entrada de ar gelado. Outra opção é o uso de vidros de controle solar, como insulados e low-e, que são capazes de reduzir a temperatura (G01_P02).

Na parte leste da casa, onde a árvore vai ficar, se encontra uma parede de vidro que servirá tanto para a iluminação do lugar quanto para a melhor absorção dos raios solares. Nesta parede haverá uma cortina blackout e outra cortina um pouco transparente, para o morador conseguir controlar melhor a iluminação do local (G02_P02).

Todas as propostas colocadas acima foram apresentadas pelos educandos no projeto escrito. Além disso, os mesmos tiveram que apresentar e defender suas propostas para a banca avaliadora. Deve-se ressaltar, que a banca avaliadora não tinha o papel de intimidar ou constranger os educandos, apenas avaliar a apresentação e a defesa dos projetos, realizando sugestões e correções de forma que contribuíssem para o trabalho dos educandos.

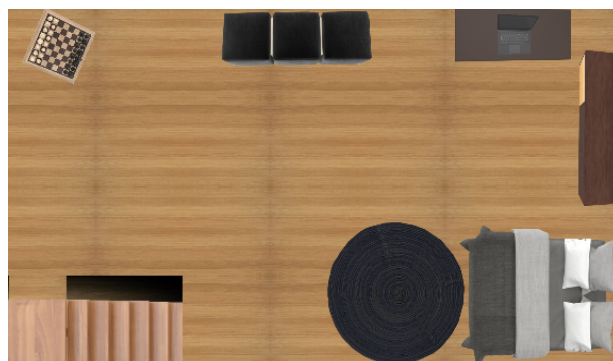


Figura 4. Captura de tela da maquete virtual (interior da casa). **Fonte:** Autores

Nesse segundo projeto, os recursos utilizados pelos grupos na apresentação foram: leitura (grupo 4), *slides* (grupos 1 e 2), maquete física (grupo 1) e maquete virtual (grupo 2). A maquete virtual, realizada pelo grupo 2, apresentou todos os pontos do projeto escrito, inclusive mostrando onde estaria localizada a árvore Catalpa, como pode ser observado nas figuras 4 e 5.



Figura 5. Captura de tela da maquete virtual (interior da casa). **Fonte:** Autores

Outrossim, o grupo 1 realizou uma maquete física, almejando apresentar melhor as alternativas propostas, como pode ser observado nas imagens nas figuras 6 e 7.



Figura 6. Maquete física (interior da residência). **Fonte:** Autores

Ademais, observou-se no desenvolvimento deste segundo projeto que os educandos articularam mais, principalmente na parte escrita, os conhecimentos científicos da Física, estudados ao longo do bimestre, com suas propostas.

Os excertos a seguir buscam exemplificar tal observação.

Estas lâmpadas [LED] são mais econômicas e duram mais, conseguem transformar mais energia elétrica

em luz, dissipando menos calor e com vida útil maior (G04_P02).



Figura 7. Maquete física (exterior da residência). **Fonte:** Autores

Também almejamos que este projeto ajude a diminuir o uso do ar condicionado e ventiladores, economizando energia elétrica e diminuindo a emissão de gás carbônico, o aquecimento global e minimizando o fenômeno das ilhas de calor (G04_P02).

O porcelanato é um material que não retém calor. Ele contribui para que os ambientes se mantenham resfriados. Em regiões muito quentes, portanto, o uso desse revestimento é interessante para deixar os cômodos mais frescos e agradáveis. As lastras são superfícies de porcelanato, com isso, é possível cobrir os pisos e paredes, o que proporciona um conforto térmico maior (G01_P02).

Paredes: Na parte oeste e norte a parede será feita de tijolo cerâmico maciço, pois ele possui uma boa condutividade térmica, ou seja, ele armazena bem o calor (G02_P02).

Telhado: Nós usaremos um telhado americano com telhas shingle brancas, para manter um bom isolamento térmico. O telhado americano é inclinado, possibilitando uma ótima circulação de ar se colocada uma janela na parte superior do telhado que faz ligação com a parede da casa (G02_P02).

Dessa forma, observa-se que a construção e a apresentação deste segundo projeto pelos educandos propiciaram o desenvolvimento dos mesmos parâmetros discutidos na subseção anterior. No entanto, enfatiza-se o parâmetro (1R), pois os educandos explicitaram ainda mais os conhecimentos científicos da Física para

compreender as situações do mundo real e/ou artificial.

Além disso, os projetos construídos pelos educandos do Ensino Médio estão em sintonia com os propósitos brasileiros da Educação CTS que, como supracitado, foram elencados por Strieder e Kawamura (2017). Esses propósitos estão relacionados com o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. A construção de ambos os projetos, relatados nos parágrafos anteriores, desenvolveram percepções e questionamentos nos educandos, além de iniciarem um processo de envolvimento e de participação com os compromissos sociais. Para as autoras, o desenvolvimento de percepções está associado às relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos educandos. Ainda, é sinalizado que:

Nesse caso, por exemplo, pode haver ênfase em um ou mais dos seguintes aspectos relacionados à racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social: explicitação e/ou reconhecimento da presença da ciência e/ou da tecnologia no mundo e compreensão de questões técnicas, como o funcionamento de aparatos tecnológicos (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 43).

No que tange ao desenvolvimento de questionamentos, as autoras colocam que

[...]o foco passa a ser, não mais o conhecimento científico em si mesmo, mas a compreensão de situações/problemas que fazem parte do cotidiano do aluno. A partir das quais são desenvolvidos questionamentos e posicionamentos em torno do conhecimento e da realidade (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 45).

Dessa forma, mais do que contextualizar os conhecimentos científicos de Física, a proposta implementada e relatada neste trabalho buscou discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade e, a partir disso, compreender a utilização dos recursos naturais e tecnológicos.

4. Considerações Finais

A partir do relato e das discussões realizadas nas páginas anteriores, buscou-se responder ao problema que balizou este trabalho: de que forma a construção e a apresentação de projetos por educandos do Ensino Médio auxilia na formação educacional almejada pela perspectiva da Educação CTS? Diante disso, pôde-se observar que o desenvolvimento desses projetos potencializou a formação almejada por essa perspectiva.

Com base nos projetos escritos, observou-se que os educandos realizaram uma discussão das implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da CT, como a poluição dos veículos automotores, o consumo de carne, o desmatamento, dentre outros. Ainda, a partir da apresentação dos projetos, constatou-se que o desenvolvimento destes, pelos educandos, promoveu o interesse em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, como, por exemplo, a realização de maquetes virtuais, as quais não foram solicitadas e nem mesmo sugeridas pelo professor, partiu-se da ideia dos próprios educandos. Outrossim, destaca-se a formação de educandos científica e tecnologicamente capazes de tomar decisões que almejam a transformação da realidade. Porém, tal formação não foi alcançada apenas pelo desenvolvimento de projetos, mas por estes estarem em sintonia com a prática pedagógica realizada pelo estagiário ao longo de todo um bimestre, ou seja, uma prática balizada pelos pressupostos da Abordagem Temática na perspectiva da Educação CTS.

Para responder ao problema que balizou este trabalho e aos apontamentos sinalizados no parágrafo anterior, realizou-se uma discussão a partir dos projetos construídos pelos educandos e dos parâmetros e propósitos brasileiros para a Educação CTS, elencados por STRIEDER e KAWAMURA (2017). Tais discussões convergiram para o desenvolvimento dos parâmetros (1R) e (2R), referentes à racionalidade científica e aos parâmetros (1P), (2P) e (3P), referentes à participação social. Ainda, dentre os propósitos, destacam-se os referentes ao

desenvolvimento de questionamentos e de percepções, além da construção dos projetos terem principiado o envolvimento social dos educados.

Desta forma, salienta-se que a construção e a apresentação de projetos por educandos do Ensino Médio somente auxiliará a formação crítica e cidadã dos mesmos se for acompanhada de uma prática pedagógica, sobretudo, crítica-emancipatória. Ao mesmo tempo, seria incoerente ser realizada uma prática pedagógica crítica-emancipatória e a avaliação escolar continuar sendo marcar o “X” no lugar certo. Logo, a avaliação escolar deve estar em sintonia com a prática pedagógica realizada. Nesse sentido, a construção e a apresentação de projetos mostrou-se como uma grande possibilidade para a avaliação escolar na perspectiva da Educação CTS. Por fim, sinaliza-se a relevância de práticas e de pesquisas que revelem possibilidades para a avaliação escolar e de práticas pedagógicas em sintonia com uma educação crítica, emancipatória, problematizadora e dialógica.

5. Referências

- AULER, D. (2007a). Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. *Revista Contexto & Educação*, 22(77), 167-188.
- AULER, D. (2007b) Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1(esp), 1-20,
- AULER, D. (2002). Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.
- AULER, D. (2012). Prefácio. In: MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. de. *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminhos para uma educação cidadã*. Editora Livraria da Física: São Paulo, 2012.
- CACHAPUZ, A., Paixão, F., Lopes, J. B., & Guerra, C. (2008) *Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”*. Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, 1 (1), 27-49.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M. (2ª Ed). (2007). *Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos*. Cortez.
- HALMENSCHLAGER, K. R. (2014). *Abordagem de temas em ciências da natureza no Ensino Médio: implicações na prática e na formação docente*. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.
- KRASILCHIK, M. (1ª Ed.) (1987). *O professor e o currículo das Ciências*. EPU: Editora da Universidade de São Paulo.
- MARASCHIN, A. A. & LINDEMANN, R. H. (2022). Articulações entre CTS e Freire na Educação em Ciências: proposições e discussões evidenciadas entre 2006-2020. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18(1), 96-113. DOI: 10.14483/23464712.18851.
- MORAES, José Uibson Pereira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminhos para uma educação cidadã*. Editora Livraria da Física: São Paulo, 2012.
- PIERSON, A. H. C. (1997). *O cotidiano e a busca do sentido para o ensino de Física*. São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, I. (2017). *Paulo Freire e o Ensino de Física- o caráter freireano de relatos de experiência do SNEF*. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- SANTOS, W. (1992). *O Ensino de Química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Campinas, Brasil: Universidade Estadual de Campinas.
- STRIEDER, R. & KAWAMURA, M. *Educação CTS: parâmetros e propósitos Brasileiros*. (2017) Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, 10(1), 27-56.
- TORRES, J. R. (2012). *Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática freireana*. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.
- TRIVELATO, S. (1993). *Ciência, Tecnologia e Sociedade – mudanças curriculares e formação de professores*. São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo.





TRANSFORMACIÓN DE LA PRÁCTICA DE ENSEÑANZA DE UN PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES EN FORMACIÓN INICIAL A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE LESSON STUDY

TRANSFORMATION OF THE TEACHING PRACTICE OF A NATURAL SCIENCE TEACHER IN INITIAL TRAINING THROUGH THE LESSON STUDY METHODOLOGY

TRANSFORMAÇÃO DA PRÁTICA DE ENSINO DE UM PROFESSOR EM FORMAÇÃO DE CIÊNCIAS NATURAIS POR MEIO DA METODOLOGIA DE ESTUDO DE AULA

Santiago Velásquez Murcia* , **Gabriela Victoria Atehortúa**** 

Como citar este artículo: Velásquez, S., Atehortúa, G. (2024). Transformación de la práctica de enseñanza de un profesor de ciencias naturales en formación inicial a través de la metodología de lesson study. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 179-188. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20997>

Resumen

La presente crónica de experiencia expone las transformaciones en la práctica de enseñanza de un docente de ciencias naturales en formación inicial a través de la implementación de la metodología de Lesson Study, orientada al fortalecimiento de habilidades de pensamiento científico a partir del desarrollo de experiencias prácticas en el laboratorio de ciencias de la Institución Educativa Rural Departamental La Fuente, con estudiantes de grados sexto a once. El estudio tiene un enfoque cualitativo y un diseño enmarcado en la investigación-acción. Se realizaron tres ciclos de reflexión, fundamentados en los procesos de valoración entre pares académicos, analizando las acciones constitutivas de la práctica de enseñanza: planeación, implementación, evaluación y reflexión. Dentro de los hallazgos preliminares más significativos se destacan que el docente en formación realiza ejercicios coherentes de descenso curricular desde el nivel macro hasta el micro, también, es capaz de diferenciar una evidencia audiovisual de una evidencia de aprendizaje, reflejado en su discurso y planeaciones. Sin embargo, el docente en su ejercicio favorece la relación estudiante – conocimiento, dejando de lado el rol de mediador en el proceso y la mayor dificultad que presenta en su práctica de enseñanza corresponde a la gestión del aula durante el desarrollo de los laboratorios. Con el objetivo de subsanar estas problemáticas, el docente, de forma autorreflexiva,

Recibido: Junio 2023; Aprobado: Diciembre 2023

* Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad de La Sabana. Colombia. santiagovemu@unisabana.edu.co – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4514-5137>

** Magíster en Psicología Infantil Instituto Técnico de Estudios Aplicados (ITEAP) de Sevilla, España. Universidad de La Sabana. Colombia. gabriela.atehortua@unisabana.edu.co – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2079-7374>

sugiere realizar modificaciones de fondo a las actividades de aprendizaje propuestas, con base en las retroalimentaciones dadas por sus pares con el propósito de mejorar permanentemente su práctica de enseñanza en el aula. En síntesis, la implementación de la metodología de Lesson Study genera acciones de profesionalización de la práctica de enseñanza, en donde los docentes investigan, reflexionan y transforman su ejercicio de enseñanza en el aula, con el propósito de mejorarla permanentemente.

Palabras-Clave: Práctica de enseñanza. Lesson Study. Planeación. Enseñanza de las ciencias naturales. Aprendizaje experiencial

Abstract

This chronicle of experience presents the transformations in the teaching practice of a natural sciences teacher in initial training through the implementation of the Lesson Study methodology, aimed at strengthening scientific thinking skills through the development of practical experiences in the science laboratory of the Departmental Rural Educational Institution La Fuente, with students from sixth to eleventh grades. The study has a qualitative approach and an action-research design. Three cycles of reflection were carried out, based on the assessment processes among academic peers, analyzing the constitutive actions of the teaching practice: planning, implementation, evaluation and reflection. Among the most significant preliminary findings, it is highlighted that the trainee teacher performs coherent exercises of curricular descent from the macro to the micro level; also, he/she is able to differentiate an audiovisual evidence from a learning evidence, reflected in his/her discourse and planning. However, the teacher in his exercise favors the student-knowledge relationship, leaving aside the role of mediator in the process and the greatest difficulty he presents in his teaching practice corresponds to the classroom management during the development of the laboratories. In order to remedy these problems, the teacher, in a self-reflective manner, suggests making substantive modifications to the proposed learning activities, based on the feedback given by his peers with the purpose of permanently improving his teaching practice in the classroom. In summary, the implementation of the Lesson Study methodology generates actions of professionalization of the teaching practice, where teachers investigate, reflect and transform their teaching practice in the classroom, with the purpose of permanently improving it.

Keywords: Teaching practice. Lesson Study. Planning. Teaching natural sciences. Experiential learning.

Resumo

Esta crônica de experiência expõe as transformações na prática de ensino de um professor de ciências naturais em formação inicial por meio da implementação da metodologia Lesson Study, com o objetivo de fortalecer as habilidades de pensamento científico por meio do desenvolvimento de experiências práticas no laboratório de ciências da Instituição Educativa Rural Departamental La Fuente, com alunos da sexta à décima primeira série. O estudo tem uma abordagem qualitativa e um projeto de pesquisa-ação. Foram realizados três ciclos de reflexão, com base nos processos de avaliação entre pares acadêmicos, analisando as ações constituintes da

prática docente: planejamento, implementação, avaliação e reflexão. Entre as descobertas preliminares mais significativas está a de que o professor estagiário realiza exercícios coerentes de descida curricular do nível macro ao micro, e também é capaz de diferenciar evidências audiovisuais de evidências de aprendizagem, conforme refletido em seu discurso e planejamento. No entanto, o professor em sua prática privilegia a relação aluno-conhecimento, deixando de lado o papel de mediador no processo, e a maior dificuldade que apresenta em sua prática docente corresponde à gestão da sala de aula durante o desenvolvimento dos laboratórios. Para solucionar esses problemas, o professor, de maneira autorreflexiva, sugere fazer modificações fundamentais nas atividades de aprendizagem propostas, com base no feedback dado por seus colegas, com o objetivo de melhorar permanentemente sua prática de ensino em sala de aula. Em resumo, a implementação da metodologia Lesson Study gera ações de profissionalização da prática docente, em que os professores investigam, refletem e transformam sua prática docente em sala de aula, com o objetivo de melhorá-la permanentemente.

Palavras-Chave: Prática de ensino. Estudo de lições. Planificação. Ensino das ciências naturais. Aprendizagem experimental

1. Introducción

La contextualización de la práctica de enseñanza del profesor en formación inicial se compone de una contextualización de la institución educativa donde se desarrolló la intervención y los antecedentes de la práctica de enseñanza.

1.1. Contexto de la institución educativa

El desarrollo de la práctica de enseñanza se lleva a cabo en la Institución Educativa Rural Departamental (IERD) La Fuente del municipio de Tocancipá, zona cuya actividad económica principal es la producción agroindustrial. El colegio es de calendario A, del sector oficial, con énfasis ambiental, que ofrece el servicio educativo a estudiantes de estratos 1, 2 y 3 en los niveles de preescolar, básica y media. La institución fue creada en el año 2004 en el nivel primaria y en el año 2008 obtiene la aprobación de los estudios de secundaria y el año siguiente abre los cursos superiores de la educación media. En términos de la estructura administrativa, la institución cuenta con los órganos establecidos en la legislación escolar vigente y con proceso de gestión académica, convivencial, psicológica, financiera, de planta física y de talento humano.

La misión de la IERD La Fuente establecida en su Proyecto Educativo Institucional (2018), es ofrecer educación de calidad a la comunidad del municipio de Tocancipá para la formación integral de estudiantes promoviendo su desarrollo humano, cognitivo y el cuidado y preservación del ambiente. El colegio pretende posicionarse como una institución líder en excelencia educativa en región para el año 2025, meta reflejada en la calidad de la formación humana, académica y ambiental de sus egresados, promoviendo su acceso a la educación superior. El modelo pedagógico de la institución es la Escuela Activa, el cual según Gutiérrez y Marino (2020), es una alternativa moderna frente al conocimiento científico y la tecnología que fundamenta el saber en las acciones a través del desarrollo de proyecto. Adicionalmente, el colegio cuenta con recursos tecnológicos y espacios de laboratorio aptos para el desarrollo de experiencias prácticas en ciencias naturales, al igual que las inmensas oportunidades que brinda el entorno rural de la institución. Las prácticas de enseñanza se desarrollaron con estudiantes desde el grado sexto hasta grado once, cuyas edades oscilan entre los 11 y los 18 años, pertenecientes en su

mayoría a los estratos socioeconómicos 1 y 2, habitantes de las zonas urbanas y rurales del municipio de Tocancipá. Un gran número de los estudiantes no había tenido experiencias prácticas en el laboratorio de ciencias naturales de la institución.

1.2. Antecedentes de la práctica de enseñanza

En la tabla 2 se presentan los antecedentes de la práctica de enseñanza desarrolladas por el profesor en formación inicial, que corresponden a las experiencias desarrolladas en las prácticas pedagógicas previas, desarrolladas en contextos formales y no formales.

Tabla 1. Antecedentes de la práctica de enseñanza del profesor en formación.

Criterio	Práctica Pedagógica 1	Práctica Pedagógica 2	Práctica Pedagógica 3
Centro de práctica	Liceo Lunita de Chía	Colegio Jorbalán	Secretaría de Desarrollo Social de Cota
Descripción de la práctica	Desarrollo de la habilidad científica de formulación de preguntas.	Diseño de una ruta de experimentación en la enseñanza de las ciencias en bachillerato.	Desarrollo de un proyecto de intervención socioeducativa con huertas escolares
Planeación	Secuencia didáctica y Lesson Study Ejemplo: https://n9.cl/q3xw1	Secuencia didáctica y Lesson Study. No se establecían RPA ni competencias. Ejemplo: https://n9.cl/n10tj	Formulación de dimensiones y desarrollos a fortalecer. Ejemplo: https://n9.cl/al1x9
Acción en el aula	Dinámica magistral, brindando pocos espacios para el trabajo en grupo. Ejemplo: https://n9.cl/v8nvb	Promovió el aprendizaje por equipos de trabajo en el laboratorio de ciencias. Ejemplo: https://n9.cl/7x2v1	Las acciones de aula eran en trabajo de campo y las actividades predominantes eran juegos y trabajo en la huerta escolar. Ejemplo: https://n9.cl/epuiq

Evaluación	La evaluación se desarrollaba a partir de ejercicios de metacognición	La evaluación de los aprendizajes se desarrolló a partir de rúbricas por actividad.	No se realizaba evaluación formal con rúbrica de los aprendizajes.
	Ejemplo: https://n9.cl/04u33	Ejemplo: https://n9.cl/7x2v1	Ejemplo: https://n9.cl/epuiq
Evidencias de práctica	https://n9.cl/cgwgq	https://n9.cl/4e2wx	https://n9.cl/epuiq

La tabla 1 presenta las principales características de los elementos constitutivos de la práctica de enseñanza del docente en formación inicial, considerando sus antecedentes. Los enlaces son evidencias de referencia del ejercicio del docente.

Fuente: Elaboración propia.

1.2.1 ¿Cómo se transformaron las concepciones del docente en formación con respecto a las acciones constitutivas de la práctica de enseñanza?

La concepción sobre la planeación del docente en formación se centraba en la formulación de actividades de forma secuencial y articulada, desarrollando el detalle de los pasos a desarrollar en el aula, es decir, un carácter descriptivo, sin sustentar teóricamente las propuestas de aula, tal y como lo expresa Díaz-Barriga (1984). Sin embargo, luego de ser partícipe de la metodología de Lesson Study, se transitó hacia una visión de la planeación como un ejercicio de estructuración y organización de la práctica, desde un ejercicio de descenso o diseño curricular inverso, en donde se define en primer lugar las competencias y resultados previstos de aprendizaje pertinentes con las demandas actuales de la sociedad y en seguida, la definición de actividades coherentes con los resultados esperados en el aula, de acuerdo a lo planteado por Furman (2021).

Con respecto a la implementación en el aula, el docente en formación consideraba esta fase simplemente como la ejecución de lo formulado en la planeación, sin embargo, durante su participación en la metodología de Lesson Study esta concepción se robusteció al incorporar elementos como la recolección de evidencias de aprendizaje de los estudiantes a través de material audiovisual, con base en lo evidenciado por Herrera, Aymerich y Blanch (2021). Asimismo, el docente comprendió que la acción en el aula es un escenario de toma de decisiones frente a las particularidades, retos y factores imprevistos durante el desarrollo de una clase, de acuerdo con González et al (2007).

Por otra parte, el proceso de evaluación desarrollado por el docente en la etapa inicial se centraba en la recolección de datos derivados de las actividades de aula, es decir, hubo un tránsito de una concepción de evaluación sumativa hacia una postura formativa y continua, en donde de acuerdo con Scallon (1998), permite retroalimentar el proceso mediante la observación de los avances, retos y dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

Asimismo, un elemento valioso respecto al proceso de evaluación de los aprendizajes realizado por el docente en formación es que este se llevaba a cabo sin una rúbrica de valoración y tuvo un enfoque más informal. Un aspecto en común en los tres antecedentes de la práctica de enseñanza es que el docente en formación promueve en mayor medida una relación conocimiento-estudiante, desde lo establecido en el triángulo didáctico de Chevallard y Joshua (1982), en donde asume un rol no protagónico en el proceso, en donde el docente en formación inicial ha priorizado durante sus experiencias brindar la oportunidad de una interacción directa y manipulación del estudiante con el objeto de estudio para que este desarrolle aprendizajes por

descubrimiento, desde un paradigma constructivista y un método inductivo (Bruner, 1966).

2. Marco teórico

La presente investigación tiene por objetivo de estudio la práctica de enseñanza de un docente en formación inicial en el desarrollo de experiencias prácticas en el laboratorio de ciencias naturales. La práctica de enseñanza es definida por Alba y Atehortúa (2018) como un fenómeno social complejo, dinámico y singular, formalizado a través de una relación contractual entre el docente y una institución educativa con el propósito de desarrollar aprendizajes en los estudiantes, a través de las tres acciones constitutivas: planeación, implementación y evaluación.

La práctica de enseñanza es susceptible de estudio porque, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (s.f.), la investigación de este fenómeno se constituye en un escenario de fundamentación, reflexión crítica y acción, basada en evidencias, que permite tomar decisiones orientadas al mejoramiento del ejercicio docente. Es por eso por lo que, el estudio de la práctica de enseñanza motiva esta investigación debido a que, de acuerdo con Sánchez y Escobar (2007), favorece la profesionalización del profesor en formación inicial, a través del análisis sistemático de evidencias recolectadas en las acciones constitutivas de planeación, implementación, evaluación y reflexión.

3. Formulación de la investigación

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las transformaciones en la práctica de enseñanza experimental de las ciencias naturales de un docente en formación inicial a partir de la metodología de Lesson Study?

Objetivo general

Analizar las transformaciones de la práctica de enseñanza de las ciencias naturales a través de la metodología Lesson Study para el desarrollo de experiencias prácticas en el laboratorio.

Objetivos específicos

- Identificar las características de la práctica de enseñanza del profesor en formación inicial en las acciones de planeación, implementación y evaluación.
- Implementar la metodología de Lesson Study para generar transformaciones en la práctica de enseñanza.
- Evaluar el impacto de la metodología de Lesson Study en la práctica de enseñanza del profesor en formación inicial.

4. Metodología

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, que según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2016), “pretende describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes a través de la recolección y análisis de datos que permite ir afinando la investigación durante su curso”. A su vez, el estudio se inscribe en un diseño de investigación-acción, definida por Elliot (1993) como el estudio de un fenómeno social con el objetivo de mejorar la acción de manera simultánea a la que se realiza.

La investigación se desarrolla desde la metodología de Lesson Study, conceptualizada por Soto y Pérez (s.f.) como un proceso de profesionalización docente con el propósito de mejorar la práctica de enseñanza por medio del trabajo colaborativo entre profesores en las

acciones de planeación, observación de la práctica, evaluación y reflexión, es de carácter cíclico.

La metodología de Lesson Study adaptada por la Universidad de La Sabana, la cual fue implementada en este estudio, propone seis etapas: 1) foco y declaración de competencias y RPA. 2) Descripción de actividades diseñadas, sus propósitos y ajustes. 3) Definición de las evidencias y datos que se esperan recolectar. 4) Descripción narrativa de la implementación. 5) Evaluación basada en evidencias. 6) Reflexión sobre la acción realizada, sustentada en referentes teóricos. Asimismo, para evaluar la planeación inicial y analizar críticamente el cumplimiento de los RPA basados en evidencias, se implementó un protocolo de retroalimentación, en donde se establecieron valoraciones, preocupaciones, interrogantes y sugerencias, de acuerdo con la figura 1.



Figura 1. Protocolo de retroalimentación entre pares. Fuente: Daniel Wilson. Proyecto Zero, Universidad de Harvard

A continuación, se evidencian las matrices de Lesson Study desarrolladas durante el desarrollo de la práctica pedagógica en la IERD La Fuente, de acuerdo con el formato desarrollado por Atehortúa (s.f.). La tabla 2 expone los ciclos de reflexión realizados, adjuntando la matriz de Lesson Study y la presentación de las evidencias posterior a la implementación.

Tabla 2. Matrices de Lesson Study (LS) y evidencias después de la implementación.

Número	Tópico	Matriz LS	Evidencias
1	Seguridad en el laboratorio	https://n9.cl/6jkk4	https://n9.cl/x85jm
2	Célula procariota y eucariota	https://n9.cl/vxw4f	https://n9.cl/1xrl3
3	Tejido vegetal y animal	https://n9.cl/ok7q1	https://n9.cl/wya3o

La tabla 2 presenta una recopilación de los enlaces de acceso a las matrices de Lesson Study realizadas y las evidencias de la implementación que fueron socializadas con pares académicos. **Fuente:** Elaboración propia.

5. Resultados

En el marco del ejercicio de práctica pedagógica, se han desarrollado dos ciclos de reflexión para dos experiencias de aprendizaje diseñadas en el laboratorio de ciencias, analizados en la tabla 3. Se destaca que el desarrollo de las etapas de la metodología de Lesson Study es de carácter cíclico.

Tabla 3. Fases de Lesson Study de la práctica de enseñanza.

Fases de la Lesson Study		
Definir el foco	Descripción	Se diseña un foco que acerque a los investigadores a una meta común. Este foco puede ser establecido a través de elementos transversales, disciplinares o metodológicos
	Evidencia	Acuerdo 001 (anexo 1). Necesidad e intención declarada por parte de la institución, para potenciar habilidades científicas a través del laboratorio.
	Resultados	El aprendizaje experiencial se definió como el foco al ser una necesidad en común de las Acuerdo 001 (anexo 1). Necesidad e intención declarada por parte de la institución, para potenciar habilidades científicas a través del laboratorio de ciencias naturales
Planeación	Descripción	Definición de competencias, resultados previstos de aprendizaje (RPA), diseño de actividades y propósitos (estrategia de

Planificar la investigación sobre la acción	Descripción	Se diseña el proceso y el tipo de evidencias que se recogerá en la Lesson Study. Adicionalmente, se evalúa entre pares a partir del protocolo de retroalimentación.
	Evidencia	Revisar protocolo de retroalimentación en la matriz de Lesson Study, apartado de planeación inicial.
	Resultados	Las valoraciones de los pares académicos destacaban la coherencia RPA-actividad. Sin embargo, cuestionaban aspectos relacionados con el tiempo y gestión de aula, principalmente.
Ajuste colaborativo	Descripción	Presentación de la planeación en grupo y retroalimentación por parte de pares académicos.
	Evidencia	Revisar columna de ajuste colaborativo en la matriz de Lesson Study.
	Resultados	El docente en formación por inadecuada gestión del tiempo no logró hacer ajustes significativos con base en las valoraciones de pares.
Enseñar la lección	Descripción	Implementación en el aula, a partir de esta se registran y recogen evidencias de los aprendizajes de los estudiantes a través de audios y videos con descripciones cortas de lo acontecido.
	Evidencia	Revisar columna de evidencias de la implementación en la tabla 2 e ingresar a la presentación en genially.
	Resultados	Al evidenciar grabaciones del momento de la implementación, se evidenció que el docente debe mejorar en su gestión de aula.
Evaluación	Descripción	Análisis del cumplimiento del RPA de acuerdo con la implementación desarrollada.
	Evidencia	Revisar columna de evidencias de la implementación en la tabla 2 e ingresar a la presentación en genially.
	Resultados	El profesor determinó si los RPA propuestos se cumplieron basados en evidencias de aprendizaje.

Reflexión	Descripción	Explicación teórica de la experiencia y toma de decisiones para el mejoramiento continuo.
	Evidencia	Revisar columna de argumentación teórica y acciones de mejoramiento en la matriz de Lesson Study.
	Resultados	Se evidenció un avance en la fundamentación teórica y la triangulación entre la evidencia de aula y la teoría.

La tabla 3 expone cada fase de la metodología de Lesson Study, presentando una descripción de esta, haciendo referencia a evidencias de su desarrollo y los principales resultados. **Fuente:** Elaboración propia.

Los principales hallazgos a partir del análisis de las evidencias recolectadas de la práctica de enseñanza del profesor en formación inicial a través de la metodología de Lesson Study, es posible afirmar que el docente en formación plantea competencias científicas pertinentes con las exigencias del mundo actual, asociadas coherentemente a unos resultados previstos de aprendizaje desarrollados en sesiones experimentales en el aula de ciencias, tal y como destacan Benavides, Acosta y Ríos (2018). A modo de reflexión, el docente establece que el principal fallo de su práctica de enseñanza radica en la implementación, puesto que esta no refleja las acciones planeadas y no garantiza el cumplimiento de los RPA.

También, se identifica que el docente en su ejercicio favorece la relación estudiante – conocimiento, dejando de lado el rol de mediador en este proceso, dificultando el aprendizaje de los alumnos. Por otro lado, el docente manifiesta claridad frente a la diferencia entre una evidencia audiovisual y una evidencia de aprendizaje, aspecto reflejado en las planeaciones.

Asimismo, el docente sugiere realizar modificaciones y/o ajustes sobre su planeación inicial para garantizar una implementación producto de análisis y reflexión entre pares.

También, se invita a promover un dinamismo en sus propuestas de aula, explorando nuevas alternativas que sean llevadas a la práctica de enseñanza en la realidad. También, se destacan los siguientes hallazgos:

Las dificultades del docente para generar una adecuada gestión de aula ha sido un factor que ha dificultado el logro de los RPA. Dejar al estudiante sin hacer nada no es coherente con el aprendizaje activo. (Hernández-Castilla, Torrecilla & Martínez-Garrido, 2014).

En el laboratorio se está generando el fenómeno “hands on, minds off”, en donde los estudiantes ejecutan el proceso, pero no evidencian comprensión del fenómeno estudiado en su totalidad (Stiller, Stockey & Wilde, 2018).

Las prácticas de laboratorio desarrolladas deben ser coherentes con los temas abordados por los docentes en la clase teórica, con base en lo planteado por Albarracín (2010). Si esto no ocurre, se presenta una desconexión del proceso de aprendizaje.

5. Conclusiones

En síntesis, la implementación de la metodología de Lesson Study genera acciones de profesionalización de la práctica de enseñanza, de acuerdo con lo establecido por Schön (1987), en donde los docentes investigan, reflexionan y transforman su ejercicio de enseñanza en el aula, con el propósito de mejorarlo permanentemente a partir del desarrollo de procesos de planeación profesional. Con respecto a este componente, el docente en formación transformó su concepción de planear, transitando de una secuencia de actividades hacia una formulación de competencias pertinentes, resultados previstos de aprendizaje coherentes con actividades que poseen un propósito claro, estrategias de

enseñanza precisas y procesos de evaluación significativos, de acuerdo con la figura 2.



Figura 2. Componentes ideales de una planeación profesional. Fuente: Monsalve, S; Quiroga, A; Alonso, L; Guzmán, K. (2023)

Asimismo, la metodología de Lesson Study favorece la argumentación del profesor frente a lo acontecido en su aula y le brinda la posibilidad de justificar teóricamente los sucesos y las acciones a desarrollar, constituyéndose de acuerdo con lo planteado por De Tejada (1999), en donde la triangulación representa una estrategia para el mejoramiento de la formación y la práctica del profesor.

6. Referencias

Alba, J. & Atehortúa, G. (2018). Maestría en Pedagogía. Universidad de La Sabana.

Albarracín, L. M. M. (2010). La formación inicial de profesores de química: experiencias de laboratorio para su enseñanza. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 5(2), 34-42. Recuperado de: <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5213>

Benavides, C. M. L., Acosta, L. D. R., & Ríos, É. A. E. (2018). La implementación de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica en docentes en formación en ciencias. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje*

de las Ciencias: *Góndola, Ens Aprend Cienc*, 13(2), 251-271. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6750768>

Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Recuperado de: <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674897014>

Chevallard Y., Joshua M.A. (1982). "Un exemple d'analyse de la transposition didactique: la notion de distance". *Recherches en didactique des mathématiques*, 3, 1, 159-239. Recuperado de: <https://revue-rdm.com/2005/un-exemple-d-analyse-de-la/>

De Tejada, J. D. C. S. (1999). La triangulación y las escuelas de desarrollo profesional: Una alternativa para mejorar la calidad en la formación del profesorado para atender a la diversidad. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 2(1), 72. Recuperado de: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/148563>

Díaz-Barriga, A (1984). *Didáctica y curriculum. Convergencias en los programas de estudios*. México, Nuevomar. (Hay edición corregida en Paidós, México, 1998). Recuperado de: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/58274>

Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Ediciones Morata. Recuperado de: https://books.google.com.co/books/about/El_cambio_educativo_desde_la_investigaci.html?hl=es&id=6cl-VsOF6isC&redir_esc=y

Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI Editores. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/357515357_Enseñar_Distinto_Guía_para_innovar_sin_perderse_por_el_camino

González, N., Zerpa, M. L., Gutiérrez, D., & Pirela, C. (2007). La investigación educativa en el hacer docente. *Laurus*, 13(23), 279-309. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102315.pdf>

Gutiérrez Caro, L. A., & Marino Díaz, L. A. (2020). Aproximaciones sobre los discursos y prácticas de la Escuela Activa en Colombia. *Praxis & Saber*, 11(27). Recuperado de:

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/10732/9516

Herrera, E. D. C., i Aymerich, M. I., & Blanch, M. E. (2021). El rol del tutor escolar en el practicum de ciencias al implementar una propuesta de enseñanza por indagación. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 16(2), 346-363. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8082666>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés. Recuperado de: <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinic/ayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%A9Da-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>

Hernández-Castilla, R., Torrecilla, F. J. M., & Martínez-Garrido, C. (2014). Factores de ineficacia escolar. REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 12(1), 103-118. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4656176>

Ministerio de Educación Nacional (s.f.). La práctica pedagógica como escenario de aprendizaje. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/article-s-357388_recurso_1.pdf

Sánchez, E. P., & Escobar, J. J. (2007). La utilidad de las investigaciones educativas en la práctica docente. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 2(1), 76-80. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5316>

Scallon, G (1988.) L'évaluation formative des apprentisages. Québec: Les preses de

l'univerité de Laval. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l6ymv_wZTRkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Scallon,+G+\(1988.\)+L%E2%80%99evaluation+formativ e+des+apprentisages.+Qu%C3%A9bec:+Les+preses+de+l%E2%80%99univerit%C3%A9+de+Laval&ots=OSFLtVyly3&sig=Nxq0fTxAhyC5zOjd-pNm1GPYhQo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l6ymv_wZTRkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Scallon,+G+(1988.)+L%E2%80%99evaluation+formativ e+des+apprentisages.+Qu%C3%A9bec:+Les+preses+de+l%E2%80%99univerit%C3%A9+de+Laval&ots=OSFLtVyly3&sig=Nxq0fTxAhyC5zOjd-pNm1GPYhQo#v=onepage&q&f=false)

Soto, E., Pérez, A. (s.f.). Las Lesson Study ¿Qué son? Consejo de Educación Superior del Ecuador. Recuperado de: <https://www.ces.gob.ec/doc/8tavoTaller/metodologia%20lesson%20study.pdf>

Stiller, C., Stockey, A., & Wilde, M. (2018). Hands off, Minds on? –The Pros and Cons of Practical Experimentation. In Electronic proceedings of the ESERA 2017 conference. Research, practice and collaboration in science education, Part (Vol. 2, pp. 332-342). Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Cornelia-Stiller/publication/320235407_Hands_off_minds_on_-_The_pros_and_cons_of_practical_experimentation/links/5faa497f299bf10f733512a0/Hands-off-minds-on-The-pros-and-cons-of-practical-experimentation.pdf

7. Anexos

Anexo 1. Acta de reunión 001. Acuerdos iniciales práctica pedagógica IERD La Fuente (2023-1). Enlace: <https://drive.google.com/file/d/15x4npRqiDjF29Oivbwj6LbUpF3M2pys/view?usp=sharing>

Anexo 2. Enlace E-book Práctica Pedagógica IV: <https://programaradioeurek.wixsite.com/pr-ctica-pedag-gica>



PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA SOBRE YOUTUBE COMO FUENTE DE INFORMACIÓN PARA FÍSICA Y QUÍMICA

PERCEPTIONS OF SECONDARY EDUCATION STUDENTS ABOUT YOUTUBE AS AN INFORMATION SOURCE FOR PHYSICS AND CHEMISTRY

PERCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O YOUTUBE COMO FONTE DE INFORMAÇÃO PARA FÍSICA E QUÍMICA

Daniel Valverde-Crespo* , Joaquín González-Sánchez** 

Como citar este artículo: Valverde-Crespo, D.; González-Sánchez, J. (2024). Percepciones de estudiantes de Educación Secundaria sobre YouTube como fuente de información para Física y Química. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp. 189-208. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19738>

Resumen

En la actualidad, YouTube es uno de los sitios web más visitados de todo Internet. Por esta razón se ha convertido en una fuente de información de gran importancia sobre todo tipo de temas, lo que incluye temas sobre ciencia y sobre el aprendizaje de las ciencias. Así, también es uno de los recursos más usados por los estudiantes para buscar información para sus materias científicas escolares, en especial durante la educación secundaria. De este modo, el presente estudio describe el uso y las percepciones que tiene un conjunto de 186 estudiantes de educación secundaria (desde 14 a 17 años de edad) sobre YouTube como fuente de información para la asignatura de Física y Química. Para ello se aplicó a los participantes un cuestionario con tres bloques diferenciados (datos generales, uso de YouTube y percepciones sobre YouTube). Los resultados señalan que YouTube es una plataforma muy presente y bien valorada como herramienta de ayuda en sus tareas escolares, por ejemplo, para resolver dudas y para aprender a resolver problemas numéricos. Los estudiantes valoran de forma positiva su accesibilidad, que contiene vídeos sobre cualquier tema de Física y Química y la forma de transmitir los contenidos. No obstante, se evidencia que tienen dificultades a la hora de comparar y seleccionar contenidos de la plataforma, así como para valorar la fiabilidad de los contenidos. Por último, se exponen algunas líneas a través de las que, desde la escuela, es posible fomentar un uso más responsable y competente de YouTube por parte del alumnado.

Recibido: Julio 2022; Aprobado: Enero 2024

* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, IES Alcántara, España, daniel.valverde@um.es, - ORCID <http://orcid.org/0000-0003-4322-367X>

** Catedrático de Química Física. Universidad de Murcia. España. josquin@um.es - ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6848-074X>

Palabras-Clave: Información. Educación básica. Habilidades de información. Ciencia y tecnología.

Abstract

Currently, YouTube is one of the most visited websites of all Internet. For this reason, it has become a very important information source on all kinds of topics, including science and science learning. Thus, it is also one of the resources most used by students to search for information for their school science subjects, especially during secondary education. The present study describes the use and perceptions that a group of 186 high school students (an age from 14 to 17 years old) has about YouTube as a source of information for the subject of Physics and Chemistry. For this, a questionnaire with three blocks was applied to the participants (general data, use of YouTube and perceptions about YouTube). The results show that YouTube is a well-valued platform as a tool to help with their schoolwork, for example, to solve doubts and to learn to solve numerical problems. Students value in a positive way its accessibility, that it contains videos on any topic of Physics and Chemistry and the way of transmitting the contents. Nevertheless, it is evident that they have difficulties when comparing and selecting content on the platform, as well as for assessing the reliability of the content. Finally, some guidelines are exposed in order to promote from the school a more responsible and competent use of YouTube by the students.

Keywords: Information. Compulsory Education. Information Skills. Science and technology.

Resumo

Atualmente, o YouTube é um dos sites mais visitados de toda a Internet. Por esta razão, tornou-se uma fonte muito importante de informação sobre todos os tipos de tópicos, incluindo ciência e aprendizagem de ciências. Assim, é também um dos recursos mais utilizados pelos alunos na busca de informações para suas disciplinas de ciências escolares, principalmente durante o ensino médio. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo descrever o uso e as percepções que um grupo de 186 alunos do ensino médio (14 a 17 anos) possui do YouTube como fonte de informação para a disciplina de Física e Química. Para isso, foi aplicado aos participantes um questionário com três blocos (dados gerais, uso do YouTube e percepções sobre o YouTube). Os resultados indicam que o YouTube é uma plataforma muito presente e valorizada como ferramenta para auxiliar nos trabalhos escolares, por exemplo, para tirar dúvidas e aprender a resolver problemas numéricos. Os alunos valorizam de forma positiva a sua acessibilidade, que contém vídeos sobre qualquer tema de Física e Química e a forma de transmitir os conteúdos. No entanto, é evidente que eles têm dificuldades na comparação e seleção de conteúdo na plataforma e na avaliação da confiabilidade do conteúdo. Por fim, são expostas algumas falas por meio das quais, a partir da escola, promovem um uso mais responsável e competente do YouTube pelos alunos.

Palavras-Chave: Informação. Educação básica. Habilidades de informação. Ciência e tecnologia.

1. Introducción

No cabe duda de que YouTube es uno de los sitios web más populares de Internet. Como la propia plataforma reconoce, “*millones de personas acuden cada día a YouTube en busca de información, inspiración o, simplemente, entretenimiento*” (YouTube, 2022). De hecho, se ha convertido en una de las fuentes de difusión y de divulgación más importantes en todo el mundo dada su fácil accesibilidad a través de diferentes dispositivos, sistemas operativos y navegadores, así como la facilidad para compartir su contenido a través de múltiples aplicaciones, redes sociales, etc., lo que permite que el contenido de los millones de vídeos que contiene sea susceptible de extenderse de forma muy rápida y efectiva (Ojeda-Serna & García-Ruiz, 2022).

En lo que se refiere a la búsqueda de información, YouTube también es en una fuente de relevancia social sobre temas científicos. Sirva de ejemplo el trabajo de Rosenthal (2018), donde se expone que sólo los diez canales más populares de YouTube relacionados con temas científicos en 2017 sumaban 56 millones de suscriptores y 7 mil millones de visualizaciones. Del mismo modo, según datos de la 10ª Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (España, 2020), en España YouTube es el tercer sitio web más usado para informarse sobre ciencia y tecnología en Internet. Pero de forma más concreta es el segundo sitio web más usado para este cometido en el grupo de edad de entre 15 y 24 años, solamente superado por las redes sociales a través de las que en múltiples ocasiones también se comparten y difunden vídeos de YouTube.

Así, según en el trabajo de Rosenthal (2018), YouTube puede ser considerado como una plataforma potencialmente útil para el aprendizaje científico informal de cualquier persona. Sin embargo, también ha penetrado en el ámbito escolar y es utilizado por profesores de ciencias en sus aulas (Pecay, 2017). Por esta

razón, también ha sido valorado e investigado como recurso educativo (Pattier, 2021a).

Esto pone de manifiesto que, más allá del entretenimiento, YouTube es una plataforma que resulta cercana a los más jóvenes como una fuente de información sobre temas relacionados con la ciencia para el ámbito escolar y fuera de él.

1.1. Preguntas de investigación

Teniendo en cuenta lo expuesto en la sección anterior, el presente trabajo tiene la finalidad general de describir las percepciones que tiene un conjunto de estudiantes de educación secundaria sobre YouTube como recurso para la materia de Física y Química en particular, puesto que es la que genera interés a los autores.

Esta finalidad general se va a definir en dos preguntas de investigación (PI):

- PI1: ¿Cómo utiliza YouTube un conjunto de estudiantes de educación secundaria como herramienta para la asignatura de Física y Química?

Con esta pregunta se pretende describir con qué finalidad usan YouTube, con qué dispositivo acceden, con qué frecuencia, etc., en relación a la materia de Física y Química.

- PI2: ¿Cómo valora YouTube un conjunto de estudiantes de educación secundaria como fuente de información para la asignatura de Física y Química?

Con esta pregunta se pretende describir las percepciones que emiten acerca de su experiencia usando YouTube en relación con la materia de Física y Química: fiabilidad de su contenido, motivaciones, etc.

2. Antecedentes

YouTube ha sido calificado como un recurso de gran importancia en aprendizaje y desarrollo de competencias digitales de los adolescentes fuera del aula (Masanet, Guerrero & Establés, 2019). Para su uso educativo, los estudiantes valoran en

gran medida su utilidad y la motivación que les genera dada su capacidad de transmitirles conceptos y ejemplos de los contenidos que trabajan en clase (Tiernan & O'Kelly, 2019). Incluso en el trabajo de Masanet et al. (2019) es considerado como su motor de búsqueda favorito, por encima incluso de Google.

El éxito de YouTube entre los estudiantes es atribuido a diferentes factores. En primer lugar, se trata de una plataforma interactiva con información audiovisual lo que, de cara al estudiante, ofrece algunas ventajas frente a otros medios educativos más tradicionales como el libro de texto (Richards-Babb et al., 2014; Araque et al., 2018; Masanet et al., 2019; Cardoso & Seiffert, 2021). La información presentada de forma visual resulta más llamativa, hace su mensaje más accesible, y las características interactivas de la plataforma, tales como la posibilidad de dejar comentarios, preguntar dudas, interactuar, etc., resultan un aspecto motivador (Scolari & Fraticelli, 2017).

En segundo lugar, YouTube es una plataforma que contiene vídeos explicativos o vídeos de resolución de problemas sobre la práctica totalidad de los contenidos de las asignaturas de ciencias incluidas en los planes de estudio actuales (Kulgemeyer, 2020). Este tipo de vídeos se ha vuelto muy popular, dado que los estudiantes pueden utilizarlos para resolver dudas, pueden pararlos las veces que necesiten, volverlos a ver, organizar y distribuir su tiempo para visualizarlos, etc., adquiriendo un cierto grado de autonomía para regular su aprendizaje. (Richards-Babb et al., 2014).

En tercer lugar, otro factor para explicar el éxito de YouTube en la actualidad es el impacto de los "edutubers" (Silió, 2021; Pattier, 2021b). Un edutuber es un creador de contenido educativo en YouTube. Actualmente los edutubers han alcanzado gran popularidad, contando con millones de suscriptores en sus canales. Pattier (2021b) identifica como posibles factores del éxito de sus vídeos la forma de explicar, una

personalidad abierta y divertida, presencia en las redes sociales o el tipo de vídeos a modo de píldoras formativas de corta duración acerca de algún contenido, tema o problema concreto.

La popularidad de YouTube, y los esfuerzos de las administraciones educativas en introducir los recursos digitales y online a las aulas, han dado lugar a que YouTube también sea un recurso ampliamente utilizado por el profesorado en su práctica docente. En este sentido cabe destacar el trabajo de Pattier (2021a) donde se analiza el uso de YouTube por parte de 1150 docentes de diferentes niveles educativos (desde educación infantil hasta universitaria) que trabajan en España. Algunos de los resultados más destacados muestran que YouTube es la plataforma de vídeo más usada por los docentes (en torno al 95%), que una amplia mayoría tienen una opinión positiva sobre su uso en su práctica docente (en torno al 76%) y que el tipo de vídeos más usados son los explicativos.

No obstante, el hecho de que un recurso web tenga éxito y sea ampliamente utilizado por los estudiantes no implica necesariamente que hagan un uso adecuado y crítico del mismo. Tampoco implica que por su uso sean capaces de adquirir competencias digitales de alto nivel de desarrollo, tales como valorar la fiabilidad y el rigor de un contenido, hacer un uso adecuado de la información, etc. Esto ha sido discutido ampliamente para otros sitios web de gran popularidad como Wikipedia (Valverde-Crespo & González-Sánchez, 2016; Cuquet & García, 2019).

Investigaciones previas han puesto de manifiesto las dificultades que tienen los estudiantes en educación secundaria para valorar un contenido de Internet en formato texto (detectar errores, detectar la presencia de publicidad u opiniones, calificar su fiabilidad, etc.) (Valverde-Crespo et al., 2020; Valverde-Crespo et al., 2022), y dicha discusión podría ser también aplicable a YouTube, aunque se trate de información audiovisual. Entre las desventajas del uso de

YouTube que se señalan en el trabajo de Pattier (2021a) se encuentra la cuestión de que los vídeos educativos de mayor popularidad de YouTube no siempre son los de más calidad o los de mayor pertinencia didáctica para el nivel educativo del estudiante. Por ello, que los estudiantes desarrollen un juicio crítico sobre los contenidos educativos que usan fuera del aula es una cuestión de importancia.

Además, como indica Kulgemeyer (2020), actualmente no existe ningún marco específico con directrices para la elaboración de vídeos educativos con la calidad didáctica y científica suficiente. Esto puede implicar que el uso de vídeos explicativos o de resolución de problemas por parte del alumnado sin el apoyo didáctico que pudiera proporcionar un docente, puede convertir al estudiante en un reproductor que aplique de forma mecánica los pasos o algoritmos que visualice en el vídeo, y que no desarrolle capacidades reflexivas acerca de lo que está haciendo, de relación con los contenidos que ha trabajado en el aula, o bien de interpretación del resultado que ha obtenido.

Por otra parte, aunque la discusión que se está realizando es aplicable a cualquier disciplina escolar. Este trabajo se centra en las disciplinas científicas, ya que son de las más consumidas en YouTube, y de forma más concreta nos centramos en la materia de Física y Química. Las investigaciones y propuestas de enseñanza sobre YouTube como recurso principal para Física y Química se ubican mayoritariamente en la educación universitaria, tales como los trabajos de Lichter (2012), Smith (2014) o Richards-Babb et al. (2014). En ellas, se busca que el uso didáctico de la plataforma conduzca a una mejora en la motivación hacia los contenidos de química y una mejora en el aprendizaje del tema sobre el que se trabaja, obteniendo resultados positivos en todas ellas.

Los trabajos de Lichter (2012), que versa sobre polímeros, y de Smith (2014), sobre las reglas de solubilidad, implican a los estudiantes en la

creación y publicación en YouTube. Además de señalar una mejora en el aprendizaje de los contenidos conceptuales, ambos trabajos apuntan a una mejora de capacidades relacionadas con la comunicación de la ciencia, la presentación de contenidos o la edición de contenidos en medios digitales, es decir, de forma implícita también supone una mejoría en competencias digitales de las áreas de comunicación y creación de contenidos. Por su parte, el trabajo de Richards-Babb et al. (2014), se apoya en vídeos de resolución de problemas sobre diversos temas de química general (termoquímica, cinética y equilibrio químico, etc.), entre sus resultados más destacados indica que los estudiantes calificaron los vídeos como más útiles que otros recursos como el libro de texto o incluso, más útiles que las sesiones presenciales de revisión de exámenes.

En cuanto a educación secundaria, las propuestas de enseñanza publicadas que usan YouTube para la Física y Química, utilizan los vídeos como un recurso puntual dentro de una secuencia de enseñanza-aprendizaje mucho más amplia, por lo que resulta difícil valorar el impacto que pudiera tener dichos vídeos en los resultados de aprendizaje. Ejemplos de estos trabajos son los de Rodríguez, Blanco & Rueda (2011) o López, Blanco y Haro (2011).

Existen escasas propuestas en educación secundaria en las que se use YouTube como recurso principal. Tales son los casos de Torres (2009), sobre diferentes experiencias de Física, o de Bohloko et al. (2019), sobre las propiedades químicas de los grupos de la tabla periódica. De modo similar a las propuestas realizadas en educación universitaria, estos trabajos señalan una mejora de la motivación, en el aprendizaje y en la adquisición de competencias digitales (especialmente de creación de contenidos y en la comunicación y publicación de los mismos).

Por ello, teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, la evidencia del éxito de YouTube entre los estudiantes, su amplio uso como recurso

fuera del aula y los resultados prometedores de aquellas investigaciones que han hecho un uso didáctico del mismo, resulta necesario conocer cómo lo utilizan los estudiantes de forma independiente con el fin de conocer aquellas carencias, dificultades, modos de uso y percepciones que tienen acerca de esta plataforma y que puedan ayudar a un mejor aprovechamiento desde el punto de vista educativo.

3. Metodología

Como se ha indicado anteriormente, este trabajo pretende analizar las percepciones de un conjunto de estudiantes de secundaria sobre YouTube como recurso educativo para la materia de Física y Química. Por ello, se basa en una metodología *ex post facto* de tipo descriptiva o exploratoria (Mateo-Andrés, 2014), con un análisis cualitativo de la información recogida. Esta metodología ha sido empleada en investigaciones previas sobre percepciones de estudiantes acerca de otros recursos online, como ocurre en los trabajos de Valverde-Crespo et al. (2019) o de Cuquet & García (2019).

3.1. Instrumento de recogida de información

Al igual que los estudios citados que emplean esta metodología, se ha utilizado una encuesta como instrumento de recogida de información. La encuesta del presente estudio fue elaborada tomando como referencia las publicaciones de Valverde-Crespo & González-Sánchez (2016) y de Cuquet & García (2019).

Dicha encuesta consta de 20 preguntas diferentes, las cuales contienen un total de 43 ítems de respuesta puesto que hay preguntas con varios apartados. La encuesta combina preguntas de escala nominal de selección de opciones (única y múltiple), preguntas abiertas y preguntas de escala ordinal planteadas por medio de un diferencial semántico de 5 posiciones.

Las preguntas incluidas se agrupan en tres bloques diferentes. Se incluye un primer bloque denominado de "Datos generales", que consta de

4 preguntas que buscan describir a los participantes y su contexto, especialmente en relación al uso que hacen de recursos digitales con fines educativos.

El segundo bloque de preguntas versa sobre el "Uso de YouTube" y consta de 13 preguntas (de la 5 a la 15), con los ítems de todas ellas, en las que se pretende indagar en el uso escolar que hacen de YouTube, particularizando en la materia de Física y Química. En este bloque se busca información acerca de: frecuencia de uso como recurso educativo, desde qué aparato se accede, desde qué lugar, finalidades de su uso y tipos de vídeos consultados.

Además, en este bloque se busca información sobre algunos procedimientos vinculados con la competencia digital en el área de información que los participantes ponen (o pueden poner) de manifiesto cuando utilizan YouTube. Nos referimos a aspectos tales como si comprenden su contenido, si encuentran errores, si comparan entre diferentes vídeos y en qué basan la comparación. También se indaga si comparan la información de YouTube con la de otros recursos.

También se incluye una pregunta sobre la recuperación de información en YouTube (nos referimos a volver a usar un vídeo ya visto previamente) y, por último, si comparten el contenido de YouTube con sus compañeros y, en caso de hacerlo, cómo y a través de qué medios.

En último lugar, el tercer bloque del cuestionario se llama "Percepciones sobre YouTube" en su uso para la asignatura de Física y Química. Consta de 5 preguntas (de la 16 a la 20, con todos sus ítems) y pretende extraer información de las opiniones y percepciones que han desarrollado los participantes a partir de su experiencia con YouTube. En este bloque se incluyen diferentes aspectos tales como: motivos de uso de YouTube o su opinión acerca de si al profesorado les gusta que utilicen esta plataforma.

Un aspecto importante de este bloque es el referido a comparar la fiabilidad que la dan a YouTube frente a otros recursos. En este caso hemos comparado frente a los libros de texto, puesto que éstos se consideran fiables y avalados por docentes, padres, etc. Posteriormente también se pide que comparen la fiabilidad de la información de YouTube frente a otro recurso web muy usado y conocido como es Wikipedia.

La última cuestión pregunta a los participantes si creen que YouTube es una buena herramienta de ayuda escolar para Física y Química pidiéndoles, además, que justifiquen sus respuestas.

Para el vaciado de la información de las encuestas, tal y como se ha realizado en los estudios previos sobre percepciones de estudiantes sobre recursos digitales (Valverde-Crespo, 2019; Cuquet & García, 2019), se hará un procedimiento inductivo o de categorización abierta.

3.2. Participantes y contexto

En este estudio participaron 196 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato de tres centros educativos públicos de la Región de Murcia (España).

La participación de los mismos se llevó a cabo a través de un muestreo incidental, es decir, fueron elegidos por accesibilidad en aquellos centros educativos y aulas donde se permitió realizar el estudio. Por ello, nuestra encuesta incluye un primer bloque de datos generales para poder describir a los participantes y su contexto.

Todos los participantes cursaban la materia de Física y Química en 4º ESO (14-15 años) y en Bachillerato (16-17 años). La distribución de estos en función de la etapa educativa y del género se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Participantes por género y nivel educativo.

Participantes	ESO	Bachillerato	Total
Chico	56	32	88
Chica	69	39	108
Total	125	71	196

Fuente: Autores.

Además, los datos obtenidos acerca del “Bloque I: Datos generales” de la encuesta se muestran a continuación.

La cuestión 1 indaga sobre los dispositivos digitales de que disponen y la cuestión 2 por las horas que diariamente los utilizan para su ocio. Los resultados a estas cuestiones se muestran en la Tabla 1 y la Tabla 2 respectivamente.

Tabla 2. Resultados cuestión 1.

Dispositivo	ESO	Bachillerato
Smartphone	100%	100%
Ordenador portátil	96%	90%
Ordenador sobremesa	42%	32%
Tablet	52%	39%
Otros	13%	8%
Ninguno	0	0

Fuente: Autores.

Tabla 3. Resultados cuestión 2.

Horas uso de ocio	ESO	Bachillerato
Menos de 1 hora	1%	0
Entre 1 y 2 horas	12%	7%
Más de 2 horas	87%	93%

Fuente: Autores.

Como se observa, la totalidad de los participantes dispone de smartphone y también un amplio porcentaje (por encima del 90%) dispone de ordenador portátil. El resto de dispositivos aparecen con menor frecuencia, pero siempre por encima del 30%. La Tabla 2, por su parte, muestra que una amplia mayoría de nuestros participantes utiliza los dispositivos digitales de que dispone para su ocio más de dos horas diarias, lo que no resulta sorprendente.

La tercera cuestión, pregunta la frecuencia con la que utilizan dichos dispositivos para realizar tareas del instituto, es decir, con fines académicos. La Tabla 3 expone los resultados recogidos.

En primer lugar, la opción “nunca” no apartó ninguna respuesta. En el caso de 4º de ESO, las opciones más respondidas son las que mayor frecuencia indican, tales como “varias veces por semana” (36%) y “diariamente” (34%).

Tabla 3. Frecuencia del uso de recursos digitales para tareas académicas.

Participantes	ESO	Bachillerato
Diariamente	34%	25%
Varias veces por semana (entre 3 y 5)	36%	18%
Alguna vez por semana (1 o 2)	23%	35%
Alguna vez por mes (1 o 2)	7%	14%
Menos de una vez por mes		8%
Nunca		

Fuente: Autores.

Para el caso de Bachillerato, la opción más recogida es “alguna vez por semana” (35%), seguida de “diariamente” (25%). Estos datos también indican que los dispositivos digitales también están presentes en la vida escolar de nuestros estudiantes y que son usados con frecuencia.

La cuestión 4 pregunta a los participantes por las páginas web que utilizan para obtener información que les ayude en sus tareas escolares. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Páginas web usadas para tareas académicas.

Sitio web	ESO	Bachillerato
Wikipedia	74%	85%
YouTube	93%	99%
Libro de texto digital	3%	4%
Rincón del vago	15%	11%
Periódicos online	8%	25%
Revistas online	10%	20%
Apps	5%	14%
Otros	6%	11%

Fuente: Autores.

YouTube y Wikipedia son las respuestas más frecuentes con mucha diferencia. La popularidad y su posicionamiento de los buscadores los convierten en sitios web de referencia para ellos.

Por otra parte, se recoge un mayor número de respuestas para otras opciones en los participantes de bachillerato, como sucede con los medios digitales generalistas (periódicos y revistas online) y con las aplicaciones móviles. Este resultado puede ser interpretado como que usan una mayor variedad de fuentes, de acuerdo con su mayor nivel educativo y su mayor experiencia usando recursos digitales.

Por último, la opción “otros” recogía de forma abierta cualquier otra opción que quisieran añadir los participantes. Se muestran estos resultados en la Tabla 5.

Muy pocos añadieron opciones a las propuestas en el cuestionario. En los casos más frecuentes se suelen citar canales concretos de YouTube y algunas páginas web concretas.

Estos datos en general permiten señalar que, en lo referente al uso de recursos digitales, la muestra de participantes de nuestro trabajo tiene los hábitos propios de los estudiantes escolarizados de su edad en las sociedades de países desarrollados: acceso a recursos digitales, uso frecuente de los mismos para su ocio y para su actividad escolar, acceso a información de Internet, etc.

Tabla 5. Respuestas para la categoría “Otros sitios web”.

Sitio web	ESO	Bachillerato
Canales de YouTube (amigos de la química, Unicoos, etc.)	3%	6%
Páginas web de contenido escolar (FísicaLab, Khanacademy, etc.)	1%	6%
Páginas web (no específica) Google	3%	1%

Fuente: Autores.

4. Resultados

Los resultados serán expuestos con un enfoque cualitativo-descriptivo, de acuerdo a estudios previos realizados con una metodología similar (Cuquet & García, 2019; Valverde-Crespo et al., 2019). Se mantendrá la diferenciación en función de su ubicación en los bloques del cuestionario.

4.1. Uso de YouTube

El cuestionario contaba con un primer bloque de “Datos generales” cuyos resultados se han expuesto en la sección de participantes y contexto.

De este modo, la cuestión 5 inicia el segundo bloque del cuestionario ya centrado completamente en YouTube y su uso. Esta

cuestión pregunta a los participantes por las veces que lo han usado durante los últimos 7 días como ayuda de sus tareas escolares. Las respuestas recogidas se muestran en la Figura 1.

Tanto en ESO como en Bachillerato, un amplio porcentaje de los participantes encuestados (por encima del 60%) afirma haber usado YouTube para ayudarse de tareas escolares al menos una vez en los últimos 7 días. Esto reafirma la idea de que se trata de un recurso de referencia para nuestros estudiantes.

Cuestión 5 - En el caso concreto de YouTube, ¿cuántas veces lo has usado en los últimos 7 días para ayudarte en tus tareas escolares?

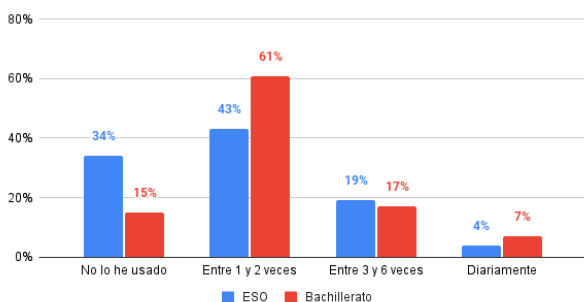


Figura 1. Resultados cuestión 5: frecuencia de uso de YouTube para tareas escolares. Fuente: Autores

Las cuestiones 6 y 7 preguntan, respectivamente, por el dispositivo desde el que acceden a YouTube y desde lugar desde el que suelen acceder. En ambas cuestiones se puede responder de forma múltiple y sus resultados se exponen en la Figura 2 y la Figura 3.

Cuestión 6 - ¿Desde qué aparato sueles acceder a YouTube para usarlo como ayuda en tus tareas escolares?

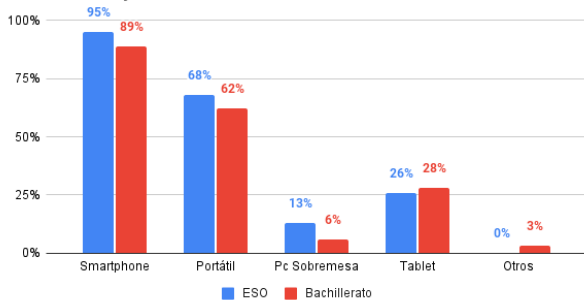


Figura 2. Resultados cuestión 6: dispositivo desde el que se accede a YouTube. Fuente: Autores

Cuestión 7 - ¿Desde dónde sueles usar YouTube para ayudarte en tus tareas escolares?

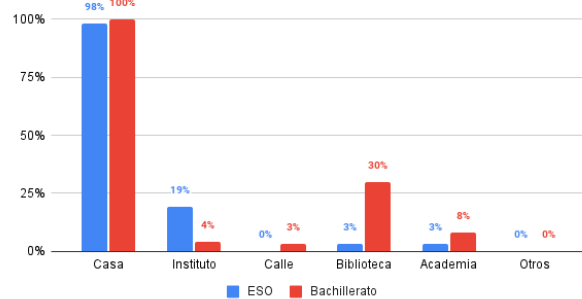


Figura 3. Resultados cuestión 7: lugar desde donde se accede a YouTube. Fuente: Autores

En cuanto al dispositivo, el smartphone es el más usado para acceder a YouTube, tanto en ESO como en Bachillerato, seguido del ordenador portátil y las tablet. Por otra parte, en relación al lugar del que suelen acceder, los participantes lo hacen desde sus domicilios de forma muy mayoritaria. Destaca que el 30% de los participantes de bachillerato también afirman usarlo desde la biblioteca. Entre sus hábitos de estudio puede resultar más común para un estudiante de bachiller (más mayor) acudir a centros públicos de estudio.

La cuestión 8 pregunta para qué suelen usar la información de YouTube para Física y Química de forma concreta. Se proponen diversas afirmaciones para ser respondidas mediante un diferencial semántico de cinco opciones desde "Nunca" (extremo 1) a "Siempre" (extremo 5). Los resultados de esta cuestión se muestran en la Figura 4.

C.8 - Concretamente para la asignatura de Física y Química. ¿Para qué sueles utilizar la información de YouTube?

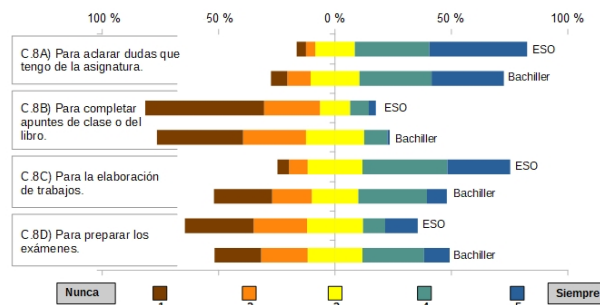


Figura 4. Resultados cuestión 8: uso de YouTube para la asignatura de Física y Química. **Fuente:** Autores

De entre las afirmaciones que se proponen a los participantes se observa que, tanto en la ESO como en bachillerato, los participantes reconocen usar YouTube para resolver las dudas que les genera la materia Física y Química, siendo las posiciones 5 (42% en la ESO y 31% en bachiller) y 4 (32% en la ESO y 31% en bachiller) las más respondidas del diferencial.

Sin embargo, para la afirmación de “para completar apuntes de clase o del libro” las respuestas mayoritarias se concentran en las posiciones del diferencial semántico más cercano a “Nunca”, tanto para ESO como para bachillerato. Esto indica que no es una tarea para la que nuestros participantes utilicen YouTube.

En las dos afirmaciones restantes, las respuestas se encuentran más dispersas en el diferencial. En el caso de “para la elaboración de trabajos”, los estudiantes de ESO responden mayoritariamente la posición 4 (36,5%) seguida de la 5 (27%), mientras que para bachillerato no hay tanta unanimidad, encontrándose más dispersas las respuestas.

Por último, en el caso de “para preparar los exámenes”, las respuestas de los participantes de ESO se encuentran dispersas en el diferencial, aunque se concentran mayoritariamente en las opciones 1,2 y 3 de la escala. En bachillerato, las respuestas también se muestran dispersas, pero la opción más recogida es la posición 4 (26,5%).

La cuestión 9 se centra en el tipo de vídeos que consultan para ayudarse en la materia de Física y Química. Esta cuestión se responde de forma similar a la anterior. Las respuestas recogidas se muestran en la Figura 5.

Como se observa, la primera afirmación, “vídeos de ejercicios y problemas resueltos” es en la que las respuestas de los participantes se encuentran desplazadas hacia el extremo “Siempre”, siendo las posiciones 4 y 5 de la escala las más respondidas, tanto en ESO como en bachillerato.

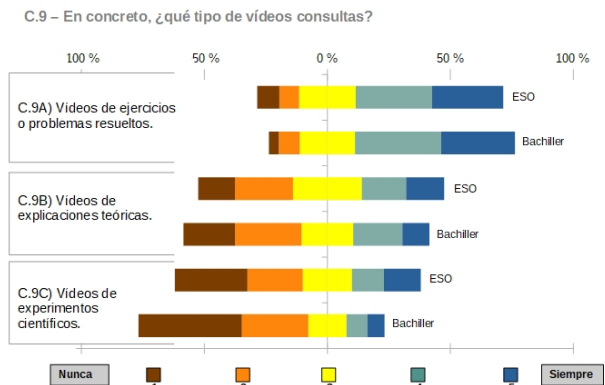


Figura 5. Resultados cuestión 9: tipos de vídeos consultados en relación a Física y Química. **Fuente:** Autores

La segunda afirmación acerca de vídeos de explicaciones teóricas recoge respuestas mucho más dispersas, siendo la posición 3 la más recogida en ESO (28%) y la posición 2 en bachillerato (27%). En la última afirmación “vídeos sobre experimentos científicos”, la mayoría de respuestas se hayan desplazadas hacia la zona más próxima a “Nunca”.

La cuestión 10 pregunta a los participantes si suelen comprender el contenido de los vídeos sobre Física y Química en YouTube. Las respuestas se muestran en la Figura 6.

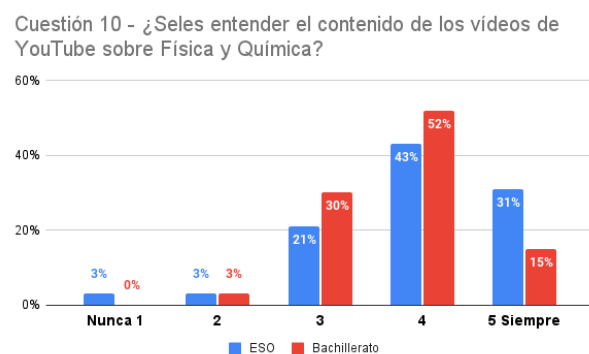


Figura 6. Resultados cuestión 10: percepciones sobre la comprensión de los contenidos de Física y Química en YouTube. **Fuente:** Autores

Tanto los participantes de ESO como de bachillerato perciben mayoritariamente que comprenden el contenido que visualizan sobre la asignatura de Física y Química. En ambos casos la posición 4 del diferencial es la más recogida.

Por su parte, la cuestión 11 pregunta si han encontrado errores en el contenido de los vídeos de YouTube sobre Física y Química. La Figura 7 muestra las respuestas recogidas.

Como se observa en esta Figura, una amplia mayoría de los participantes de ambas etapas educativas tiene la percepción de no haber encontrado errores en el contenido, siendo la respuesta más seleccionada el extremo 1 (“Nunca”) del diferencial semántico. Ningún participante seleccionó la posición 5.

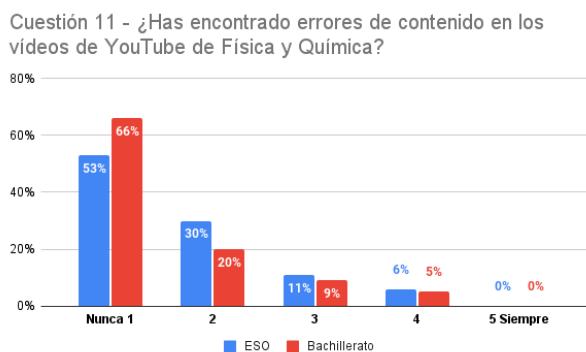


Figura 7. Resultados cuestión 11. **Fuente:** Autores

La cuestión 12 se divide en dos apartados. El primero (12a), pregunta si comparan entre vídeos de YouTube sobre Física y Química antes de seleccionar alguno. Las respuestas de este primer apartado se muestran en la Figura 8.

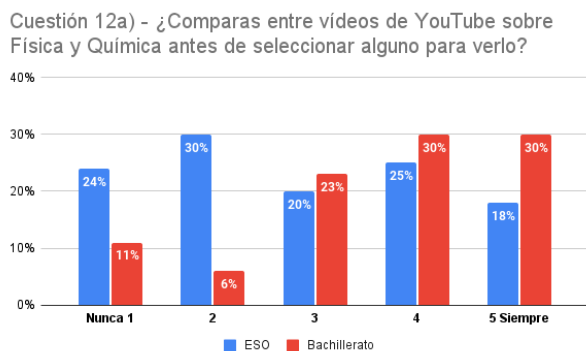


Figura 8. Resultados cuestión 12a: comparación entre vídeos de YouTube. **Fuente:** Autores

La distribución de las respuestas recogidas es diferente en ambas etapas educativas. En bachillerato, las más repetidas son las posiciones 4 y 5 de la escala, es decir, cercanas al extremo

“Siempre”. Sin embargo, entre los participantes de la ESO, las respuestas están muy dispersas y con frecuencias no muy diferentes en las diferentes opciones. La más respondida es la posición 4 (25%), y la segunda opción es la posición 1 (24%), es decir, extremos opuestos.

Esta diferencia entre etapas educativas podría ser debida a la mayor madurez y experiencia de los participantes de bachillerato, tanto en el ámbito escolar como en el de uso de YouTube. Se trata de participantes que se encuentran en una etapa educativa no obligatoria, formándose para el acceso a la universidad, y esas características podrían suponer un mayor carácter crítico frente a los vídeos que consumen. El alumnado de la ESO tiene menor edad, se encuentra en una etapa de escolaridad obligatoria y hay perfiles de estudiantes muy diferentes, pudiendo no haber desarrollado ninguna capacidad crítica en muchos casos.

No obstante, respecto a los resultados de bachillerato, no podemos determinar si la comparativa entre vídeos es un proceso que realmente perciben que llevan a cabo fruto de un juicio frente a los contenidos que visualizan, o bien si simplemente conocen que es un hábito que debería llevarse a cabo y por ello responden de esa manera, aunque no lo practiquen.

El segundo apartado de esta cuestión (12b) pregunta en que se basan para elegir entre varios vídeos de YouTube sobre Física y Química antes de seleccionar uno concreto. Se debía responder de forma abierta y las respuestas se recogen en la Tabla 6.

Las respuestas podrían contener más de uno de los motivos que se observan. Del mismo modo, destaca el amplio porcentaje de respuestas en blanco, presumiblemente de aquellos participantes que respondieron no comparar vídeos en el apartado “12a”.

En la ESO el 43% de las respuestas indica que basa su comparación en aspectos tales como el número de suscriptores, likes, visitas y comentarios positivos.

Tabla 6. Respuestas recogidas en la cuestión 12b.

Respuestas	ESO	Bachillerato
Nombre y miniatura	23%	8,5%
Suscriptores, visitas, likes y/o comentarios	43%	25%
Youtuber/Canal (haberlo usado previamente)	16%	24%
Explicación más sencilla / clara	6%	23%
Calidad del vídeo	<1%	8,5%
Recomendado por el docente	<1%	0
Parecido a contenidos de clase	<1%	0
Calidad de imagen	0	1,4%
Probar diferentes hasta que uno sea de utilidad	0	1,4%
Sorprendente	0	1,4%
Interesante	0	1,4%
En blanco	21%	15,5%

Fuente: Autores.

También un 23% indica que se apoya en el nombre y miniatura del vídeo que se muestra cuando se realiza una búsqueda en la plataforma. En tercer lugar, se apoyan en conocer previamente el canal o el youtuber. El resto de respuestas es muy minoritaria.

En bachillerato aparecen tres respuestas con un porcentaje muy similar. Se trata del número de likes, visitas, etc. (25%), conocer el youtuber o el canal (24%) y, en este caso, también responden que eligen aquel con la explicación más sencilla o que mejor comprendan (23%). El resto de respuestas aparecen con una frecuencia menor.

La cuestión 13 pregunta sobre la comparación de YouTube con otros recursos, en este caso de tipo más tradicional (libro de texto, apuntes de clase, etc.). Las respuestas recogidas se muestran en la Figura 9.

Cuestión 13 - ¿Comparas la información que usas de YouTube sobre Física y Química con otros recursos (libros, apuntes, profesor...)?

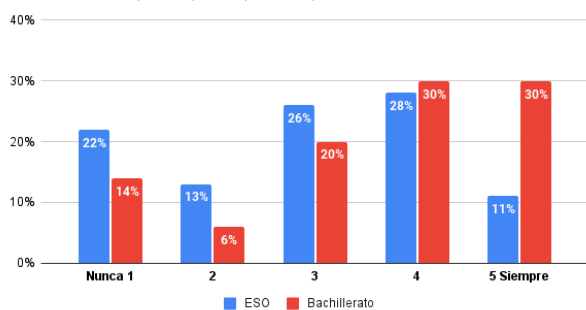


Figura 9. Resultados cuestión 13: comparación de YouTube con los recursos tradicionales para Física y Química. Fuente: Autores

Se observan tendencias diferentes, en bachiller las opciones más recogidas son los extremos 5 y 4 de la escala (con un 30% aproximadamente cada una), afirmando que comparan el contenido de los vídeos de YouTube sobre Física y Química con otros materiales escolares.

Sin embargo, en la ESO de nuevo se recogen las respuestas mucho más dispersas. Hay tres opciones con más de un 20% de respuestas. Estas diferencias entre las etapas de ESO y bachillerato se pueden interpretar del mismo modo que se hizo en la cuestión 12.

Por otra parte, la cuestión número 14 pregunta acerca de si un vídeo de YouTube sobre Física y Química les puede volver a ser útil en el futuro, cómo volverían a encontrarlo. Los resultados se muestran en la Figura 10.

C.14 - Si crees que un vídeo de YouTube de Física y Química te puede ser útil en otra ocasión, ¿cómo vuelves a encontrarlo?

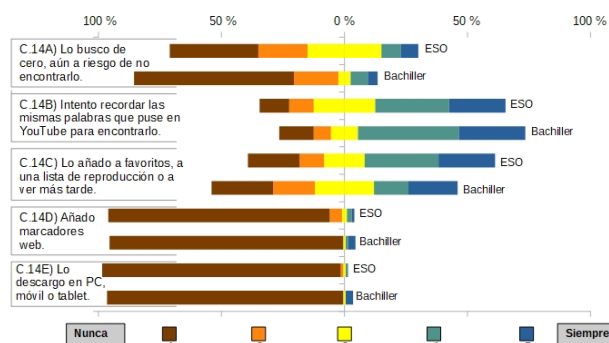


Figura 10. Resultados cuestión 14. Fuente: Autores

Varias de las opciones contienen porcentajes superiores al 90% en la opción 1, próxima al extremo "nunca". Por ello, dichas opciones parecen ser procesos que los participantes no realizan.

Existe dispersión en las respuestas de las opciones "Intento recordar las mismas palabras", aunque tanto en la ESO (30%) como en bachillerato (41%) la opción más recogida es la 4. También hay dispersión de percepciones en la opción de "lo añado a la lista de favoritos, a una lista de reproducción o a ver más tarde". En ESO la

posición más respondida es la 4 (30%), mientras que en bachiller son la 1 (25%) y la 3 (24%).

La última cuestión de este segundo bloque, la número 15, pregunta en su apartado “15a” que, si algún vídeo resulta de interés para la materia de Física y Química, comparten éste con sus compañeros.

En la Figura 11 se muestran las respuestas y destaca que la opción más respondida es el extremo 1 del diferencial tanto en ESO como en bachiller, siendo el resto de opciones menos recogidas

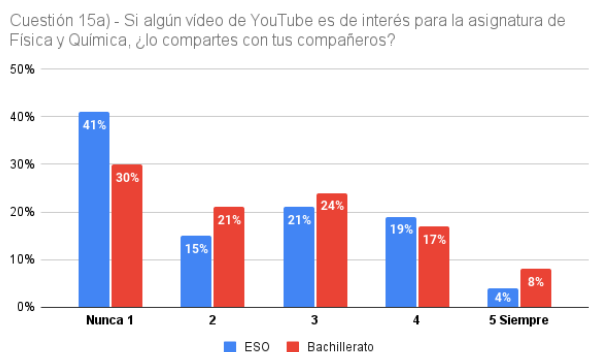


Figura 11. Resultados cuestión 15a: compartir vídeos de YouTube sobre Física y Química. Fuente: Autores

En el aparto “15b” se pregunta que, en caso de compartir un vídeo de YouTube sobre Física y Química, de qué forma lo hacen. Los resultados recogidos se muestran en la Figura 12.

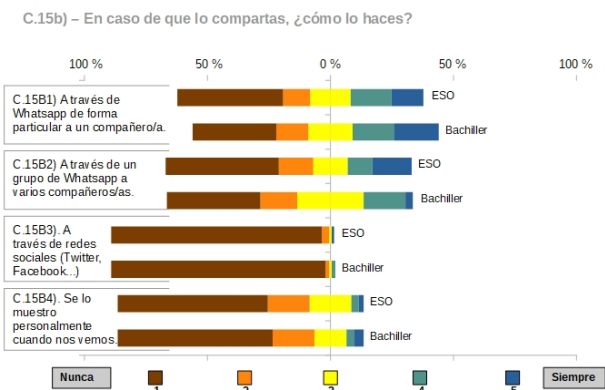


Figura 12. Resultados cuestión 15b: cómo comparten vídeos sobre Física y Química de YouTube. Fuente: Autores

En todas las opciones la respuesta mayoritaria es la opción 1 del diferencial semántico, la más cercana al extremo “nunca”. Resulta sorprendente que, en una era donde la comunicación digital está implantada, en la que se comparten contenidos de forma frecuente a través de aplicaciones de mensajería o redes sociales, un número tan alto de estudiantes reconozcan que no comparten aquello que puede serles útil para el ámbito escolar.

4.2. Percepciones sobre YouTube

Las siguientes cuestiones pertenecen al último bloque de la encuesta. La número 16 pregunta los motivos para usar YouTube como herramienta de ayuda en Física y Química. Se proponían varias afirmaciones en las que los participantes debían mostrar su grado de acuerdo mediante un diferencial semántico de 5 posiciones, entre “Muy en desacuerdo” (extremo 1) y “Muy de acuerdo” (extremo 5). Además, se permitía indicar, de forma libre, cualquier otro motivo. Las respuestas recogidas se muestran en la Figura 13.

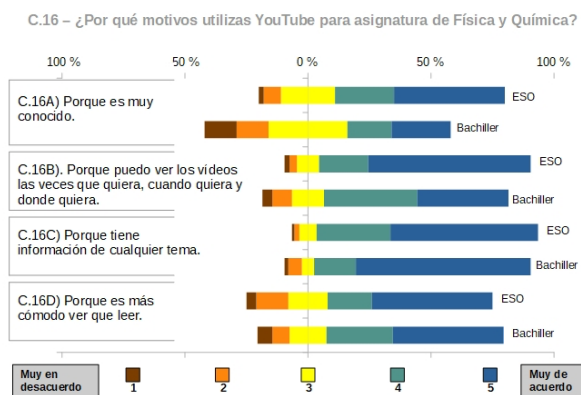


Figura 13. Resultados cuestión 16: motivos del uso de YouTube para Física y Química. Fuente: Autores

Como se observa, la mayoría de estudiantes se encontraban de acuerdo con las afirmaciones propuestas. Salvo en una de las afirmaciones, en el resto la opción más respondida fue la 5. De esta manera, en términos generales, la popularidad de YouTube, su facilidad de acceso

y visualización de contenidos (verlos en cualquier lugar, las veces que precisen, etc.) son motivos que los participantes tienen para usarlo. Del mismo modo, la cantidad de información de prácticamente todas las temáticas escolares de Física y Química también supone otro motivo de peso para ellos.

Por último, el hecho de que la información sea visual y más dinámica respecto a otros recursos en formato texto, hace que sea resulta de mayor interés y comodidad para los participantes.

La única excepción ocurre en la afirmación “porque es muy conocido” en el caso de los estudiantes de bachiller. En ella, la posición más recogida fue la 3 (32%) y hubo algo más división en el resto de respuestas. Un conjunto de participantes no considera la popularidad de YouTube como un motivo de tanto peso como el resto para usarlo.

Por otra parte, pocos participantes se animaron a responder de forma abierta otros motivos para usar YouTube. Dichas respuestas se recogen en la Tabla 7.

Tabla 7. Respuestas cuestión 16, opción “otros”.

Respuestas	ESO	Bachillerato
Explicaciones sencillas/ claras/ comprensibles	4%	17%
Ayuda con las dudas	4%	11%
Gratuito	6%	0%
Fácil búsqueda de contenidos	4%	2%
Repetir el vídeo	1%	0%
Cantidad de contenido	0%	1%

Fuente: Autores.

Como se observa, los participantes valoran la comprensibilidad del contenido, indicando que los vídeos contienen explicaciones sencillas. También valoran YouTube como una herramienta de resolución de aquellas dudas de los contenidos de clase.

Otras respuestas (gratis, fácil de buscar) tienen menor frecuencia, pero ponen de nuevo la accesibilidad de YouTube como un motivo de importancia para ser usado.

La cuestión 17 pregunta a los participantes si creen que a su profesorado de Física y Química

les parece bien que usen YouTube para ayudarse con los contenidos de la asignatura. Los resultados se muestran en la Figura 14.

Más de la mitad de los participantes (58%) de la ESO responden que a sus profesores de Física y Química no les gusta que usen YouTube, mientras que más de un tercio (36%) señalan que solamente les parece bien “a veces”. Es decir, en términos generales los estudiantes de la ESO encuestados perciben que YouTube no suele estar bien visto por su profesorado.

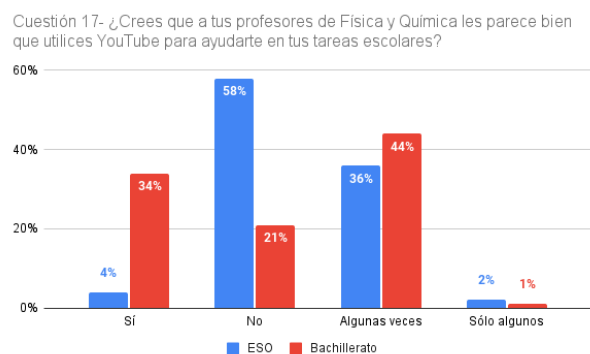


Figura 14. Resultados cuestión 17. Fuente: Autores

La situación en bachillerato es diferente. Cerca de la mitad (44%) responde “a veces”, mientras que poco más de un tercio (34%) creen que sí les parece bien y solamente un 21% responde de forma negativa.

Estas diferencias resultan difíciles de interpretar. Aspectos como la actitud de sus diferentes profesores frente a recursos como YouTube pueden influir en estas diferencias.

La cuestión 18 pretende que los participantes comparen la fiabilidad de la información de YouTube sobre Física y Química frente a la de su libro de texto de esta asignatura, por medio de un diferencial semántico de cinco posiciones entre “mucho menos fiable” y “mucho más fiable”. Las respuestas recogidas se muestran en la Figura 15.

Como se observa, la distribución de las respuestas tiende a desplazarse hacia la zona del diferencial de otorgarle menor fiabilidad a YouTube que al libro de texto.

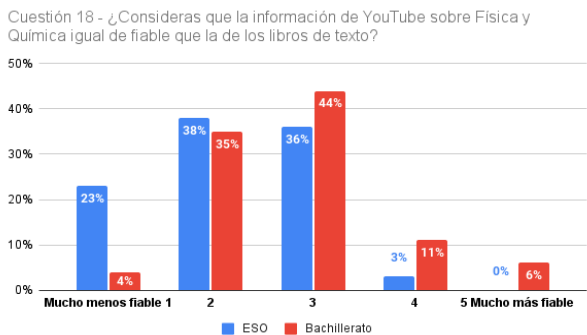


Figura 15. Resultados cuestión 18: percepción de la fiabilidad de YouTube frente al libro de texto de Física y Química. **Fuente:** Autores

Este hecho puede resultar esperable, puesto que los libros de texto son un recurso pensado y diseñado para el ámbito educativo y, además, respaldado por los centros educativos, docentes y familias.

No obstante, se observan diversos aspectos en las respuestas que precisan ser destacados. Por un lado, entre los participantes de ESO la respuesta más recogida es la posición 2 del diferencial (38%), pero la posición 3 que ocupa el centro del diferencial obtiene un número de respuestas muy cercano (36%). Esto es, más de tercio de los participantes de ESO perciben que YouTube tiene una percepción de que la fiabilidad de YouTube es similar o igual a la de su libro de texto, al menos para los contenidos de Física y Química.

Por otro lado, la respuesta más recogida para los de bachillerato fue la posición 3 (44%), es decir, cerca de la mitad, respondieron el centro de la escala, considerando a YouTube tan fiable como su libro de texto. Además, casi un quinto de los encuestados percibe que YouTube es más fiable, ya que un 11% responde la posición 4 y un 6% la posición 5.

Siguiendo con esta línea, la cuestión 19 pide que comparen la fiabilidad de YouTube sobre Física y Química frente a la de Wikipedia, otro recurso web ampliamente utilizado. Se muestran las respuestas en la Figura 16.

Para ambas etapas educativas, las respuestas se desplazan hacia la zona donde se le otorga mayor fiabilidad a YouTube. La respuesta más

recogida para la ESO es la posición 4 (44%). Por su parte, en bachillerato la opción más respondida fue la posición 3 (58%). Esto indica que un amplio porcentaje de participantes de bachillerato considera igual de fiables a YouTube o a Wikipedia.

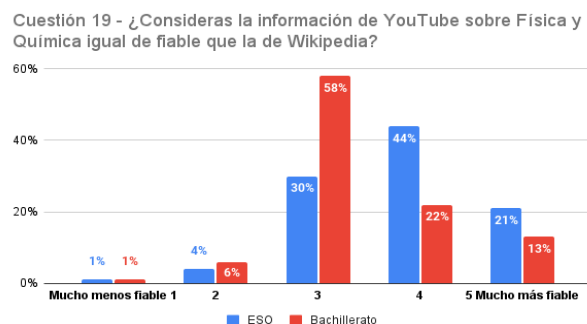


Figura 16. Resultados cuestión 19: percepción de la fiabilidad de YouTube frente a Wikipedia como recurso para Física y Química. **Fuente:** Autores

En estudios anteriores (Valverde-Crespo & González-Sánchez, 2016; Valverde-Crespo & González-Sánchez, 2019) se detectó que uno de los problemas por el que los estudiantes tienden a considerar Wikipedia como menos fiable que otros recursos, es debido a su naturaleza de edición abierta por parte de la comunidad y no hay unos autores concretos con unas credenciales como sucede en otros recursos.

Según estos resultados, YouTube no tiene esa percepción por parte de los estudiantes. Su forma de transmitir los contenidos (audiovisual) es diferente a Wikipedia (textual) y en gran cantidad de los vídeos podemos ver a los autores, en numerosas ocasiones edutubers con cierto reconocimiento. Además, en numerosas ocasiones conocen sus credenciales (si son profesores, ingenieros, etc.), y ese factor puede resultar de relevancia para que los participantes le otorguen mayor fiabilidad.

La última cuestión, la número 20, pide su opinión acerca de YouTube como herramienta para ayudarse en Física y Química por medio de dos apartados. Las respuestas al primer apartado se muestran en la Figura 17.

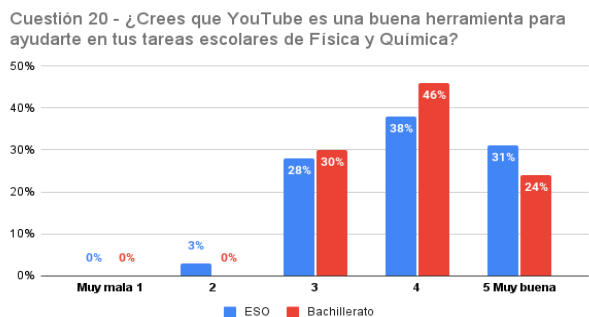


Figura 17. Resultados cuestión 20. **Fuente:** Autores

Como se observa, en ambas etapas educativas las respuestas se distribuyen de forma mayoritaria en la zona del diferencial en la que expresan una opinión favorable acerca de YouTube. Globalmente, esta figura muestra que un gran número de nuestros participantes tiene una percepción positiva acerca de YouTube como herramienta de ayuda para sus tareas de Física y Química.

El segundo apartado de esta pregunta pedía que justificaran esta valoración. Las respuestas recogidas se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Respuestas recogidas en la cuestión 20b.

Respuestas	ESO	Bachillerato
Valoraciones positivas:		
Ayuda con las dudas/dificultades	56%	76%
Puedes verlo tantas veces como necesites	37%	30%
Explica bien/claro/comprendible	27%	46%
Cantidad de información/vídeos de todos los temas	17%	14%
Haber obtenido buenos resultados académicos	3%	0
Cómodo y rápido	3%	4%
Fiable	0	3%
Conocido	2%	0
Gratuito	0	3%
Valoraciones negativas		
Algunos vídeos pueden contener errores	4%	0
A algunos docentes puede no gustarle su uso	2%	0

Fuente: Autores.

Cabe destacar que varios participantes emitieron más de una causa en su respuesta. Observamos que la causa más respondida en las dos etapas

educativas estudiadas es porque consideran que es una herramienta que les ayuda con las dudas o dificultades de la asignatura. Tradicionalmente la asignatura de Física y Química ha sido considerada como de gran dificultad por los estudiantes, tanto conceptualmente como a la hora de resolver problemas y ejercicios numéricos. En este sentido, YouTube aporta una gran cantidad de contenido de ayuda, especialmente de vídeos o tutoriales resolviendo todo tipo de ejercicios. Algunas de las respuestas literales ofrecidas por los participantes se ofrecen a continuación:

- “Porque cualquier duda que te surge en casa cuando no dispones del profesor te la resuelve, y si el vídeo es bueno te deja bastante claro todo.” (Participante 7, centro 3, bachillerato)
- “Porque puedes verlo las veces que quieras y te resuelve todas las dudas.” (Participante 12, centro 2, ESO)
- “Porque en casa no tienes profesor y YouTube te ayuda a resolver tus dudas.” (Participante 16, centro 3, bachillerato).

Otra causa por la que consideran a YouTube como una buena herramienta es porque además pueden visualizar dichos contenidos todas las veces que precisen.

Los participantes también valoran de forma positiva la inteligibilidad de los videos, lo que en su opinión les facilita la comprensión de sus contenidos mediante explicaciones claras y sencillas. Algunas respuestas literales en este sentido se ofrecen a continuación.

- “Porque lo escuchas de otra manera y a lo mejor lo entiendes mejor.” (Participante 8, centro 1, ESO)
- “Porque si no has llegado a entender la explicación de clase, puedes terminar de entenderlo con vídeos de YouTube.” (Participante 11, centro 2, bachillerato)

- “Refuerzo los conocimientos de clase y los asimilo mejor.” (Participante 18, centro 3, bachillerato)

El resto de causas (herramienta gratuita, cómoda y rápida para buscar información, conocida, etc.) aparecen con mucha menor frecuencia. Sin embargo, queremos destacar dos respuestas que permite reforzar la idea de que YouTube es considerada una fuente fiable por los estudiantes. Las mostramos a continuación:

- “Es como tener a tu propio profesor particular en casa” (Participante 18, centro 1, ESO)
- “Porque los creadores de contenido son profesores como son los nuestros.” (Participante 13, centro 3, bachillerato)

Como se observa, reconocen a los youtubers o edutubers, como al propio profesorado. YouTube les permite tratar los contenidos de su asignatura con una persona que conoce dicha materia, que se expresa de forma análoga a sus profesores y, aunque quizá no llegasen a conocer sus credenciales, esa forma de transmisión de los contenidos les hace considerar a la plataforma una fuente más fiable que otras como por ejemplo Wikipedia (cuestión 19) u otorgarle la misma fiabilidad que un libro de texto (cuestión 18).

5. Síntesis y conclusiones

El presente trabajo tenía como objetivo conocer las percepciones de un conjunto de participantes en educación secundaria y bachillerato sobre YouTube como herramienta educativa para la materia Física y Química. Para ello, se ha realizado un estudio de encuesta que nos ha permitido obtener una serie de resultados que podemos sintetizar de la siguiente forma de acuerdo a nuestros dos problemas de investigación (PI):

- Con respecto a nuestro PI1: “¿Cómo utiliza YouTube un conjunto de estudiantes de educación secundaria como herramienta para la asignatura de Física y Química?”, nuestros participantes son usuarios activos de Internet,

disponen de dispositivos digitales para su acceso y los utilizan de forma muy frecuente para su ocio, pero también para ayudarse de sus tareas escolares fuera del aula. En este sentido, YouTube es una plataforma muy presente para ellos, ya que una gran mayoría afirmaron ser usuarios de la misma para el ámbito escolar.

Además, una mayoría de ellos admite haberse ayudado de YouTube durante la última semana (incluso varias veces), en las fechas en que se realizó la encuesta. Indican, además, que principalmente lo usan desde sus casas y que los dispositivos que usan para acceder son el smartphone y el ordenador portátil.

También se ha observado que se apoyan en YouTube principalmente para resolver dudas sobre la asignatura. Para ello visualizan vídeos donde se resuelven ejercicios y problemas. Existen multitud de canales con vídeos resolviendo de forma guiada problemas de todos los contenidos curriculares y nuestros resultados constatan que se apoyan en dichos contenidos.

- Con respecto a nuestro PI2: “¿Cómo valora YouTube un conjunto de estudiantes de educación secundaria como fuente de información para la asignatura de Física y Química?”, perciben que los vídeos les facilitan la adquisición de los contenidos escolares y obtener buenos resultados, valorando también aspectos comunicativos de los edutubers (“explicaciones claras/ fáciles/ sencillas”).

Por otra parte, respecto a la comparación de contenidos en el propio YouTube, se observa que los participantes de bachillerato (etapa educativa superior) manifiestan realizar este proceso de forma más frecuente que sus compañeros de la ESO, donde hay un amplio conjunto de estudiantes que afirma no comparar los contenidos de YouTube, ni entre vídeos, ni tampoco con otros recursos.

También resulta importante destacar que, a la hora de comparar entre vídeos, se basan principalmente en aspectos como los “me gusta”, número de suscriptores del canal o, incluso, en

aspectos tan superficiales como la miniatura y el título del vídeo.

También se muestra que YouTube es valorado positivamente ya que lo perciben como un recurso al que siempre pueden recurrir como ayuda. Afirman que pueden ver los vídeos las veces que necesitan, en cualquier momento y, sobre todo, que les es muy útil para resolver dudas y dificultades que encuentran en la materia fuera de la escuela. Este hecho puede generar una percepción de seguridad y de autonomía respecto a los contenidos escolares, lo que los lleva a considerarla como una buena herramienta.

Por último, se ha constatado en nuestra encuesta que perciben YouTube como un recurso fiable. Perciben una fiabilidad similar de sus contenidos respecto a los de un libro de texto. Esa percepción no se tiene con otros sitios web como Wikipedia (Valverde-Crespo & González-Sánchez, 2016), y con Internet en general. Las características de YouTube hacen que los participantes reciban la información de una forma “similar” a como lo hacen en sus aulas, teniendo la percepción de que el creador de contenidos es un profesor o, como mínimo, una persona que conoce la materia. En algunos casos pueden conocer hasta sus credenciales. Todo ello en su conjunto hace que la percepción de la fiabilidad de YouTube sea superior a la de otras plataformas o páginas web.

De forma global, nuestro trabajo constata que el uso de YouTube como herramienta de ayuda escolar para los estudiantes de Física y Química en ESO y bachillerato se encuentra totalmente normalizado. Además, lo consideran una buena herramienta para este cometido debido a diferentes causas tales como su utilidad para resolver dudas fuera del horario escolar, la obtención de buenos resultados, etc.

Todo indica que esta tendencia en el uso de YouTube como herramienta escolar presumiblemente continuará durante los próximos años o décadas. Así, es previsible que nuestros estudiantes sigan haciendo uso de la misma independientemente de que al

profesorado pueda gustarle en mayor o menor medida que lo usen. Por ello, la cuestión sería, ¿qué podemos hacer desde la escuela para que nuestros estudiantes utilicen YouTube de forma más competente o de forma más responsable?

En este estudio hemos constatado algunos de los aspectos en los que el ámbito escolar puede incidir. Hemos observado que YouTube es un recurso que los estudiantes consideran fiable en su mayoría. Sin embargo, ¿realmente poseen los estudiantes las competencias para juzgar completamente su fiabilidad? Con otros recursos web se ha observado que no (Valverde-Crespo et al., 2020, Valverde-Crespo et al., 2022); presentan muchas dificultades para localizar errores conceptuales en los contenidos, presentan dificultades para detectar mensajes publicitarios implícitos, tienen problemas para juzgar la calidad de recurso, etc. Todo ello indica que con YouTube es posible que ocurra una situación similar.

Del mismo modo, a la hora de comparar, discernir, elegir... entre vídeos hemos observado que se apoyan en aspectos superficiales como la miniatura, título o los “likes” del vídeo, número de visitas, etc. Como exponen Kohler & Dietrich (2021), las estadísticas de los vídeos de YouTube, como los “likes” y las visitas, no son indicadores de calidad, son indicadores de la popularidad del canal y eso puede llevar a una falsa percepción de fiabilidad.

Cuando un estudiante selecciona un vídeo concreto, ¿cómo sabe que ese contenido está adaptado para su nivel escolar o es adecuado para su edad? Es muy común que los estudiantes se enfrenten solos a los problemas informacionales que puede generar Internet en general y, YouTube en particular. Por ello, parece crucial que los estudiantes sepan en qué criterios apoyarse para seleccionar vídeos correctos y adecuados para ellos y, además, reflexionar y juzgar el contenido y la propia plataforma. El estudiante solamente tiene en cuenta si obtiene un rédito escolar en el uso de una herramienta, sin cuestionarse otros aspectos.

Estos interrogantes también ponen de manifiesto que, a pesar de lo normalizado que está el uso de YouTube entre nuestros participantes, hay aspectos a mejorar. Las competencias para valorar los contenidos, son muy complejas de adquirir, y adquirirlas de forma informal puede dar lugar a que se desarrollen parcialmente, o a que se generen malos hábitos. Esto vuelve a poner de manifiesto que el lugar adecuado para promover estos aprendizajes es el ámbito escolar.

Con este trabajo esperamos, por tanto, que pueda mejorar el conocimiento disponible sobre cómo nuestros participantes usan y valoran YouTube, aunque dada la limitación de nuestra muestra y el carácter incidental de nuestro muestreo, nuestros resultados no pueden ser generalizables. Sin embargo, sostenemos que pueden resultar útiles para detectar aquellos aspectos y competencias a mejorar cuando nuestros estudiantes usan una plataforma como YouTube, así como para valorar posibles intervenciones educativas en dicha dirección.

Por último, queremos destacar que este estudio se ha hecho para el ámbito de una materia escolar concreta como es Física y Química por el interés de los autores en ella, y se discutieron diversos antecedentes del uso de YouTube para esta disciplina. No obstante, pensamos que nuestros resultados y conclusiones pueden ser extensibles a otras materias del ámbito científico, donde la demanda de contenidos en YouTube por parte de los estudiantes es igualmente importante.

6. Referencias

- Araque, I., Montilla, L. Meleán, R. & Arrieta, X. (2018). Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(1), 86-100. <http://doi.org/10.14483/23464712.11721>
- Boholoko, M., Makatjane, George, M. & Mokuku, T. (2019). Assessing the Effectiveness of using YouTube Videos in Teaching the Chemistry of Group I and VII Elements in a High School in Lesotho. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 23(1), 75-85. <https://doi.org/10.1080/18117295.2019.1593610>
- Cardoso, H.L.F. & Seiffert, S.C. (2021). Linguagem metafórica nos discursos de divulgação em ciência e tecnologia em canal de YouTube: o caso do canal Manual do Mundo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(1), 59-73. <https://doi.org/10.14483/23464712.18124>
- Cuquet, M. & García, M.J. (2019). Percepciones y uso de la Wikipedia en alumnos de educación secundaria. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 15. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a8
- ESPAÑA (2020). *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. 10ª Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Informe completo*. Disponible en: https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/21/percepcion_social_de_la_ciencia_y_la_tecnologia_2020_informe_completo_0.pdf
- Kohler, S. & Dietrich, T. (2021). Potentials and Limitations of Educational Videos on YouTube for Science Communication. *Frontiers in communication*, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.581302>
- Kulgemeyer, C. A. (2020). Framework of Effective Science Explanation Videos Informed by Criteria for Instructional Explanations. *Research in Science Education*, 50(1), 2441-2462. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7>
- Lichter, J. (2012). Using YouTube as a Platform for Teaching and Learning Solubility Rules. *Journal of Chemical Education*, 89, 1133-1137.
- López, J., Blanco, A. & Haro, G. (2011). «Ahorra energía: ¡Tú puedes!» Una unidad didáctica web para el desarrollo de la competencia científica y de la competencia digital. II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE USO Y BUENAS PRÁCTICAS CON TIC. Universidad de Málaga.
- Masanet, M.J., Guerrero, M. & Establés, M.J. (2019). From digital native to digital apprentice. A case study of the transmedia skills and informal learning strategies of adolescents in Spain. *Learning, Media and Technology*, 44(4), 400-413. <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1641513>
- Mateo-Andrés, J. La investigación ex post-facto. In Bisquerra, R. (Coord.). *Metodología de la*

- investigación educativa (pp. 195-229) 4ª edición. Editorial La Muralla. Madrid: España.
- Ojeda-Serna, V. & García-Ruiz, R. (2022). Divulgación científica en YouTube en Latinoamérica. Estudio de Casos de universidades, museos y YouTubers. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 2204. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2204
- Pattier, D. (2021 a) Teachers and YouTube: The use of video as an educational resource. *Ricerche di Pedagogia e Didattica - Journal of Theories and Research in Education*, 16(1), 59-77. <https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/11584>
- Pattier, D. (2021 b) Referentes educativos durante la pandemia de la COVID-19: El éxito de los edutubers. *Publicaciones*, 51(3), 533-548. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v51i3.18080>
- Pecay, R.D. (2017) YouTube Integration in Science Classes: Understanding Its Roots, Ways, and Selection Criteria. *The Qualitative Report*, 22(4), 1015-1030. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2017.2684>
- Richards-Babb, M. Curtis, R., Smith, V. & Xu, M. (2014). Problem Solving Videos for General Chemistry Review: Students' Perceptions and Use Patterns. *Journal of Chemical Education*, 91, 1796-1803.
- Rodríguez, F., Blanco, A. & Rueda, J.A. (2011) Competencia científica y competencia digital en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada. II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE USO Y BUENAS PRÁCTICAS CON TIC. Málaga. Universidad de Málaga.
- Rosenthal, S. (2018). Motivations to seek science videos on YouTube: free-choice learning in a connected society. *International Journal of Science Education, Part B*, 8(1), 22-39. <https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1371357>
- Scolari, C.A., & Fraticelli, D. (2017). The Case of the Top Spanish YouTubers: Emerging Media Subjects and Discourse Practices in the New Media Ecology. *Convergence*, 25, 496-515.
- Silió, E. (2021). Las siete estrellas 'youtubers' que dan clase en español a 18 millones de seguidores. *El País*. Recuperado de: <https://elpais.com/educacion/2021-08-22/las-siete-estrellas-youtubers-que-dan-clase-en-espanol-a-18-millones-de-seguidores.html>
- Smith, D. K. (2014). iTube, YouTube, WeTube: Social Media Videos in Chemistry Education and Outreach. *Journal of Chemical Education*, 91, 1594-1599. <https://doi.org/10.1021/ed400715s>
- Tiernan, P. & O'Kelly, J. (2019). Learning with digital video in second level schools in Ireland. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1073-1088. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9811-6>
- Valverde-Crespo, D. & González-Sánchez, J. (2016). Búsqueda y selección de información en recursos digitales: Percepciones de alumnos de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato sobre Wikipedia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 67-83.
- Valverde-Crespo, D., González-Sánchez, J. & de Pro-Bueno, A. (2019). Wikipedia en la Universidad: ¿Cómo la utilizan los estudiantes de 1º curso de Grado de titulaciones del área de Ciencias Experimentales? Un estudio sobre sus percepciones. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3101
- Valverde-Crespo, D., de Pro-Bueno, A. & González-Sánchez, J. (2020). La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020v17.i1.1101
- Valverde-Crespo, D., de Pro-Bueno, A. & González-Sánchez, J. (2022). La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3103
- YouTube. (2022). How YouTube Works? 2022. Disponible en: www.youtube.com/howyoutubeworks/

