

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS

VOL. 21 NÚM. 1
ENERO - ABRIL DE 2026



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS • VOL. 21 NÚM. 1. ENERO - ABRIL 2026 • ISSN: 2346-4712 • e-ISSN: 2665-3303



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**
Volumen 21-Número 1
enero - abril de 2026

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

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe
Olga Lucía Castiblanco

Apoyo gestion OJS
Oficina de Investigaciones - ODI

Corrección de estilo
Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación
Diego Fabian Vizcaino

Portada
Crédito Imágen: Diego Fabian Vizcaino Arevalo



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

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Olga Lucía Castiblanco Abril
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*

Editora en jefe

Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*

Editor de contenidos

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

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Paulo Idalino Balça Varela. *Universidade do
Minho, Portugal*
Dr. Nestor Camino. *Universidad Nacional de la
Patagonia, Argentina*
Ph.D. Agustín Adúriz Bravo. *Universidad de Buenos
Aires, Argentina*
Ph.D. Alvaro Chrispino. *Centro Federal de
Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca,
Brasil*
Ph.D. Antonio García Carmona. *Universidad de
Sevilla, España*
Ph.D. Deise Miranda Vianna. *Universidade Federal
do Rio de Janeiro, Brasil*
Ph.D. Eder Pires de Camargo. *Universidade
Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha
Solteira, Brasil*
Ph.D. Eduardo Fleury Mortimer. *Universidade
Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil*
Ph.D. Edwin Germán García Arteaga. *Universidad
del Valle, Colombia*
Ph.D. Eugenia Etkina. *Rutgers University, EE. UU.*
Ph.D. Jorge Enrique Fiallo Leal. *Universidad
Industrial de Santander, Colombia*
Ph.D. Nicoletta Lanciano. *Sapienza Università di
Roma, Italia*
Ph.D. Roberto Nardi. *Universidade Estadual
Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauro, Brasil*
Ph.D. Silvia Stipcich. *Universidad Nacional del
Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*

COMITÉ EVALUADOR

Dr. Adilson Cristiano Habowski. *Universidad
Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
(URI). Brasil.*
Dra. Alcione Marques Fernandes. *Universidade
Federal do Tocantins, Universidade de Brasília. Brasil*
Dra. Alexandra Lima da Silva. *Universidade do
Estado do Rio de Janeiro. Brasil.*
Dra. Ana Cristina Santos Duarte. *Universidade
Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil*
Dr. Antonio Eff-Darwich. *Universidad de La Laguna,
España.*
Lic. Daniel Esteban Acosta Díaz. *Universidad
Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.*

Dra. Elaine Conte. *Universidade La Salle, Brasil.*

Lic. Esteban Orlando Gonzalez Perez. *Universidad
Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.*

Mg. Gabriel Mateus Arantes Pereira. *Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.
Brasil.*

Dra. Giovana Espíndola Batista. *Universidade
Federal do Rio Grande do Sul. Brasil.*

Dr. Glaucio José Marafon. *Pontifícia Universidade
Católica do Rio de Janeiro. Brasil.*

Dr. Dra. Hortensia Morón-Monge. *Universidad de
Sevilla. España.*

Dr. Inês Trevisan. *Universidade do Estado do Pará.
Brasil.*

Dr. Itamar Soares Oliveira. *Universidade Federal do
Vale do São Francisco. Brasil.*

Dra. Ivaní Souza Mello. *Secretaria de Educação do
Estado de Mato Grosso: Cuiabá. Brasil.*

Dr. Joel Angulo Armenta. *Instituto Tecnológico de
Sonora. Mexico*

Mg. Johan Nicolás Molina Córdoba. *Institución
Educativa Nuestra Señora de la Candelaria: Ráquira.
Colombia.*

Dra. Josilãna Silva Nogueira. *Universidade Federal
do Tocantins. Brasil.*

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

Lic. Josué Ernesto Roncancio Romero. *Universidad
Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.*

Dr. Luis Exequiel Ibarra. *Universidad Nacional de
Río Cuarto: Cordoba. Argentina.*

María Napal Fraile. *Universidad Pública de Navarra.
España.*

Mg. Marly Krüger de Pesce. *Universidade da Região
de Joinville. Brasil.*

Dr. Paulo Vítor da Silva Santiago. *Universidade
Federal do Ceará. Brasil.*

Dra. Rebeca Mariel Martinenco. *Universidad
Nacional de Villa María. Argentina.*

Dra. Rosalide Carvalho de Sousa. *Governo do
Estado do Ceara. Brasil.*

Dr. Samuel Antonio Silva do Rosario. *Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.
Brasil.*

Dr. Vitor Amorim. *Instituto Federal de São Paulo.
Brasil.*



Contenido

EDITORIAL

Zona de grises: algunas reflexiones sobre educar en ciencias en tiempos de complejidad, incertidumbre y crisis.

Gray zone: some reflections on science education in times of complexity, uncertainty and crisis
Zona cinzenta: algumas reflexões sobre o ensino de ciências em tempos de complexidade, incerteza e crise
Néstor Alexander Zambrano González

e-24821

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a José Gilberto Castrejon Mendoza
Interview with José Gilberto Castrejon Mendoza
Entrevista a José Gilberto Castrejon Mendoza
Olga Lucía Castiblanco Abril

e-24822

ARTÍCULOS

El conocimiento profesional de un profesor de biología en la enseñanza del origen del universo: un estudio de caso

Professional knowledge of a biology teacher in teaching the origin of the universe: a case study
O conhecimento profissional do um professor de biologia no ensino da origem do universo: um estudo de caso

Neiber Gonzalo Barrera Arizala; Carol Estefania Castro Parrado; y David Rodríguez Barbón

e-22284

La relación con el saber astronómico tras el Gran Eclipse de América del Norte 2024

The relationship with astronomical knowledge after the great north america eclipse of 2024

A relação com o saber astronômico após o grande eclipse da américa do norte de 2024

Giovanni Cardona; Silvana Cordero y Cristina Leite

e-23268

Experiências de formação e docência à luz da educação midiática: o caso da licenciatura em ciências biológicas

Experiences of training and teaching in the light of media education: the case of the degree in biological sciences

Experiencias formativas y docentes a la luz de la educación mediática: el caso de la licenciatura en ciencias biológicas

Virgínia Marne da Silva Araújo dos Santos; Patrícia Macedo de Castro y Ricardo Carvalho dos Santos

e-22046

Validez de contenido mediante juicio de expertos en rúbricas en el contexto de un laboratorio sobre temas de magnetismo

Validity of content by expert judgement in rubrics in the context of a laboratory on magnetism topics

Validade do conteúdo por avaliação de especialistas em rubricas no contexto de um laboratório sobre temas de magnetismo

Vladimir Camelo Avedoy; Mario Humberto Ramírez Díaz; José Luis Santana Fajardo y Abigail Rojas-Glez

e-23292

Los herbarios como recursos educativos para la co-construcción de aprendizajes botánicos y desarrollo de habilidades en ingeniería agronómica

Herbaria as educational resources for the co-construction of botanical learning and the development of skills in agronomic engineering

Herbários como recursos educacionais para a co-construção de aprendizagens botânicas e o desenvolvimento de habilidades em engenharia agrônoma

Emiliano Foresto; Rocío Belén Martín; Cesar Omar Nuñez y María Andrea Amuchástegui

e-23645



Contenido

- Music and poetry as cognitive mediators in chemistry learning: an interdisciplinary approach in high school e-23299
Música y poesía como mediadoras cognitivas en el aprendizaje de la química: un enfoque interdisciplinario en la educación secundaria
Música e poesia como mediadoras cognitivas na aprendizagem de química: uma abordagem interdisciplinar no ensino médio
Gabriella Maria Candida Feliciano Dias y Mayker Lazaro Dantas Miranda
- Discutir el negacionismo científico en la escuela primaria: aportes de una feria de ciencia con temas sociocientíficos controversiales e-23458
Discussing science denial in elementary education: contributions from a science fair with controversial socio-scientific themes
Discutindo o negacionismo da ciência no ensino fundamental: contribuições de uma feira de ciências com temas sociocientíficos controversos
Ana Paula Zanoli-Pinheiro y Pedro Donizete Colombo Junior
- Teachers' Perceptions of Curriculum Integration between Natural Sciences and Mathematics in High School: a diagnostic study for the development of interdisciplinary proposals e-24305
Percepciones Docentes sobre la Integración Curricular entre las Ciencias Naturales y la Matemática en la Educación Secundaria: un diagnóstico para el desarrollo de propuestas interdisciplinarias
Percepções Docentes sobre a Integração Curricular entre Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio: um diagnóstico para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares
Renata Teófilo de Sousa; Auzuir Ripardo de Alexandria y Ana Karine Portela Vasconcelos
- Estado do conhecimento: cultura e história indígena no ensino de química no Brasil e-23627
State of knowledge: indigenous culture and history in chemistry teaching in Brazil
Estado del conocimiento: cultura e história indígenas en la enseñanza de la química en Brasil
Fernando Rocha da Costa; Eullir da Silva Bento y Ednardo Monteiro Gonzaga do Monti
- Representações (e contextos) de biodiversidade nos documentos curriculares do estado da Bahia, Brasil e-21905
Representations (and contexts) of biodiversity in curricular documents in the state of Bahia, Brazil
Representaciones (y contextos) de la biodiversidad en documentos curriculares del estado de Bahia, Brasil
Rogério Soares Cordeiro; Fabiane Barreto Souza; Lázaro Araújo Santos y Lilian Boccardo
- Etnomatemática nos manguezais: um estudo sobre o extrativismo de caranguejos no sul da Bahia - Brasil e-23356
Ethnomathematics in mangroves: a study on crab extraction in southern Bahia - Brazil
Etnomatemáticas en manglares: un estudio sobre la extracción de cangrejos en el sur de Bahía - Brazils
Gracimar Dias Cardoso y Zulma Elizabete de Freitas Madruga
- Formação de professores e proposta pedagógica com perspectiva cts: entrelaçando fios para tecer potencialidades e limites no novo ensino médio e-22131
Teachers and pedagogical proposal with a cts perspective: interlacing threads to weave potential and limits in the new high school education
Formación de profesores y propuesta pedagógica con perspectiva cts: entrelazando hilos para tejer potencialidades y límites en la nueva enseñanza media
Vanda Thomas Preussler y Sinara München

ZONA DE GRIS: ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EDUCAR EN CIENCIAS EN TIEMPOS DE COMPLEJIDAD, INCERTIDUMBRE Y CRISIS

GRAY ZONE: SOME REFLECTIONS ON SCIENCE EDUCATION IN TIMES OF COMPLEXITY, UNCERTAINTY AND CRISIS

ZONA CINZENTA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS EM TEMPOS DE COMPLEXIDADE, INCERTEZA E CRISE

Néstor Alexander Zambrano González * 

Zambrano N. (2026). Editorial: Zona de grises: algunas reflexiones sobre educar en ciencias en tiempos de complejidad, incertidumbre y crisis. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp.1-3.
<https://doi.org/10.14483/23464712.24821>

Durante décadas, la educación en ciencias se estructuró alrededor de problemas que podían resolverse mediante procedimientos sistemáticos, en los que encontrar la respuesta correcta constituía el principal valor. Esta forma de plantear los problemas se concreta en un tipo de práctica escolar que, en las aulas, privilegia la aplicación de esquemas de resolución fijos y la obtención de un resultado único. Esto se observa, por ejemplo, en libros de texto ampliamente utilizados para la enseñanza de la física, la química y la biología, a través de cuestionamientos como: “Un objeto cae desde 20 m. ¿Con qué velocidad llega al suelo?”, “¿Cuántos gramos de CO₂ se producen al calentar 10 g de CaCO₃?” o “¿Cuál es la proporción fenotípica de la F2 al cruzar dos heterocigotos?”. En este tipo de situaciones, el conocimiento se presenta como algo estable, predecible y controlable, y el aprendizaje se reduce, en muchos casos, a la correcta aplicación de un procedimiento ya definido.

Hoy, sin embargo, nos enfrentamos a problemas que desbordan esta lógica. Con ello nos referimos a situaciones que exigen articular múltiples formas de conocimiento, no con el propósito de alcanzar soluciones estables, sino en busca de aproximarnos a la comprensión de los fenómenos mediante un movimiento recursivo entre las partes y el todo. Este desplazamiento implica promover estrategias de enseñanza y de aprendizaje orientadas a una educación científica que asuma la complejidad, en escenarios atravesados por el riesgo y la incertidumbre (Zambrano & Pietrocola, 2025). Se trata, en suma, de abordar fenómenos para los que la humanidad aún no ha encontrado respuestas definitivas y que no pueden encasillarse en la

* Doctor en educación, Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, nazambranog@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-6579-1921>

dicotomía del blanco y el negro, pues su naturaleza los sitúa en un lugar que aquí denominamos *zona de grises*.

Hablar de esta zona implica, entonces, cuestionar las fronteras históricas con las que se ha delimitado el currículo escolar, así como las jerarquizaciones que han llevado a considerar que unas formas de comprender los fenómenos del mundo poseen mayor valor que otras. En este marco, las ciencias de la naturaleza se situaron, durante largo tiempo, en un lugar de mayor legitimidad frente a las ciencias sociales, como si estas últimas ocuparan un plano secundario en la explicación de la realidad, una postura que con fundamento viene siendo ampliamente cuestionada.

Estas fronteras curriculares, consolidadas históricamente, resultan insuficientes para dar cuenta de los problemas contemporáneos, que, por su propia naturaleza, no distinguen estructuras verticales ni obedecen a lógicas rígidas. Esto, por supuesto, no significa desconocer las epistemologías propias de cada forma de construcción del conocimiento ni promover articulaciones forzadas, sino reconocer la necesidad de construir interfaces que posibiliten el diálogo (Zambrano, 2024) y permitan explorar la diversidad de matices que habitan esa zona de grises.

Para ilustrar esta perspectiva, el cambio climático ofrece un ejemplo representativo, pues, más allá de los negacionismos, su enfrentamiento, o, siendo más precisos, la mitigación de sus devastadores efectos, muchos de ellos irreversibles, depende de la articulación entre múltiples formas de conocimiento y de la acción social, económica y política que, de manera subsidiaria, contribuyan al tratamiento de las diversas variables involucradas en una situación de escala global. En este sentido, el cambio climático no solo evidencia la interdependencia de saberes, sino que pone de manifiesto los límites de una mirada fragmentada, pues ninguna disciplina, por sí sola, puede dar cuenta de la complejidad de este fenómeno.

De manera análoga, el uso creciente de las denominadas tecnologías disruptivas, entre las que se encuentra la inteligencia artificial, ha transformado profundamente las dinámicas de la vida contemporánea. Sus aportes son innegables, pero también lo son los desafíos que plantea, entre otros, en el ámbito educativo. Para nuestras comunidades académicas, esto supone no solo aprender sobre su funcionamiento desde el punto de vista algorítmico, sino también reflexionar sobre las mejores prácticas para su uso ético, eficiente y responsable. En términos prácticos, ello implica, por parte de los profesores, fortalecer estrategias orientadas al cultivo del pensamiento crítico, a mantener viva la llama de la filosofía griega de la duda y a propender por el fortalecimiento de la capacidad de análisis en quienes se encuentran expuestos a este tipo de desarrollos con amplio potencial de expansión (Zambrano & Vallverdú, 2025).

A estos escenarios se suma lo que ha sido denominado *permacrisis*, concepto seleccionado por el diccionario británico Collins como palabra del año en 2022. Esta noción alude a periodos prolongados de inestabilidad e inseguridad, caracterizados por la interconexión de eventos geopolíticos, económicos, climáticos y sanitarios, que se perciben como permanentes. En este contexto, la inestabilidad deja de ser una excepción para convertirse en una condición continua de la vida social, lo que intensifica aún más la necesidad de repensar nuestras formas de comprender y de actuar.

En conjunto, estos escenarios muestran que los problemas que atraviesan nuestra contemporaneidad no solo son más complejos e interconectados, sino que también ponen en tensión los modos tradicionales de producir, enseñar y aprender conocimiento. La educación en ciencias, en particular, se ve interpelada por esta transformación, pues los marcos centrados en la certeza, la fragmentación disciplinar y la respuesta única resultan insuficientes para comprender realidades caracterizadas por la incertidumbre, la interdependencia y el cambio permanente. Habitar esta zona de grises supone, entonces, un desplazamiento profundo en la manera de concebir el conocimiento científico y su enseñanza.

Ante este panorama, resulta indispensable reconocer que los problemas en educación también se han transformado. En consecuencia, las lógicas que orientan las prácticas de enseñanza, particularmente en la formación inicial de profesores de ciencias, deben repensarse, no como respuesta a tendencias o movimientos internacionales, sino como una necesidad real de preparar a los futuros ciudadanos para participar activamente en la toma de decisiones en una sociedad dinámica y en constante cambio.

Si bien las estrategias para enfrentar los problemas que habitan estas zonas de grises no están completamente definidas, los artículos que conforman este número de la revista constituyen un aporte significativo a esa búsqueda permanente. Cada uno, desde contextos y enfoques teóricos, metodológicos y analíticos diversos, invita a explorar alternativas, a formular nuevas preguntas, a emprender reflexiones profundas y a posicionarse críticamente frente a respuestas emergentes para fenómenos que escapan de la dualidad.

Que la lectura y la discusión de las producciones académicas que componen este número se conviertan en un aliciente para continuar interrogándonos y analizando críticamente, y para construir caminos plausibles frente a problemas que cambian con la misma rapidez que la sociedad contemporánea. Y que esta invitación contribuya, además, a que cada vez seamos más las personas que investigamos en el campo de la educación en ciencias quienes asumamos la tarea de poner en debate público los asuntos que configuran ese campo de problemáticas que confieren múltiples matices a esta creciente zona de grises.

Referencias

- Zambrano, N.A. y Pietrocola, M. (2025). Estratégias de Ensino-Aprendizagem para uma Educação Científica sob a Ótica de Problemas Complexos em Cenários de Risco e Incerteza. *Sisyphus Journal of Education*, 13 (1), 74-93. DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.38063>
- Zambrano, N.A. y Vallverdú, J. (2025). Retos del aprendizaje en la era de las heurísticas artificiales. *Sophia Colección de Filosofía de la Educación*, 39 (1), 167-204. DOI: <https://doi.org/10.17163/soph.n39.2025.05>
- Zambrano, N.A. (2024). Interfaces entre Filosofia da Química e Educação Química: diálogos inadiáveis para a educação contemporânea. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 5 (1), e052411. DOI: <https://doi.org/10.56117/resbenq.2024.v5.e052411>

ENTREVISTA A JOSÉ GILBERTO CASTREJON MENDOZA

INTERVIEW WITH JOSÉ GILBERTO CASTREJON MENDOZA

ENTREVISTA COM JOSÉ GILBERTO CASTREJON MENDOZA

Olga Lucía Castiblanco Abril ** 



Fotografía: Gilberto Castrejon

Castiblanco, O. (2026). Entrevista a Gilerto Castrejon Mendoza. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp 4-9. <https://doi.org/10.14483/23464712.24822>

Gilberto Castrejon (GC) *

Licenciado en Física y Matemáticas (ESFM-IPN); Licenciado en Filosofía (FFyL-UNAM); Maestro en Ciencias en Metodología de la Ciencia (CIECAS-IPN); Doctor en Filosofía de la Ciencia por la UNAM. Actualmente es Profesor-investigador en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de la Ciudad de México, en el Posgrado en Física Educativa. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la SECIHTI. Líneas de investigación Filosofía de la Física, Didáctica de la Física y Epistemología Kantiana.

Palabras clave: formación de profesores; enseñanza de la física; filosofía, STEAM

Olga Castiblanco (OC) **

Licenciada en Física (UDFJ), Magíster en docencia de la física (UPN), Doctora en educación para las ciencias (UNESP)..

* gcastrejon@ipn.mx ; <https://orcid.org/0000-0002-4133-6163>

** olcastiblancoa@udistrital.edu.co ; <https://orcid.org/0000-0002-8069-0704>

Olga Castiblanco (OC): Dr. Gilberto, bienvenido a este espacio, muchas gracias por aceptar la invitación. En primer lugar, quisiera que nos contaras tu recorrido de formación académica.

Gilberto Castrejón (GC): Sí. Bueno, yo inicialmente soy de formación en ciencias, estudié lo que es una carrera que se llama licenciatura en física y matemáticas (lo que en Colombia equivale a ciencias puras), en una universidad de acá de México, que es la segunda universidad pública más importante que se llama Instituto Politécnico Nacional. Después, mis intereses me llevaron a estudiar una segunda carrera que fue filosofía, en la primera universidad pública de México, que es la UNAM. Y luego, estudié una maestría que se llama Metodología de la ciencia, me interesó mucho aprender ciertas cosas de cómo llevar a cabo investigaciones. Entonces estudié esa maestría y finalmente complementé esta formación con un Doctorado en filosofía de la ciencia, en donde específicamente me especialicé en lo que sería la filosofía de la física.

OC: Lo encuentro muy interesante porque los estudios basados en epistemología, filosofía e historia cada vez cobran más importancia para la formación de profesores para ayudarles a enriquecer sus procesos de construcción de conocimiento y con ello, pues mejorar la enseñanza. Me gustaría saber en síntesis ¿Cuáles han sido esos objetos de estudio que has caracterizado en tu investigación?

GC: Bueno, con esta formación, pues he incurrido en varias áreas, se puede decir, porque he hecho investigaciones en el área de filosofía de la cultura, por ejemplo, incluso publiqué dos libros sobre autores de filosofía francesa, y epistemología un poco también. Uno de ellos es Georges Bataille, quien publicó un libro sobre filosofía de la religión y filosofía de la cultura, en torno a una teoría sobre del erotismo y los cultos religiosos y estas cuestiones. Eso estuvo vinculado a mi tesis de licenciatura en filosofía. Después colaboré con un grupo de investigación sobre la filosofía de Michel Foucault, un autor francés. Estas cuestiones me interesaron mucho en alguna etapa, pero cuando ya cursé la maestría, empecé a interesarme por la docencia, porque siempre he sido profesor también, he dado cursos de física y matemáticas a nivel de ingeniería, y antes de ingresar en el centro de investigación, donde actualmente trabajo, estaba en una academia que era la academia de Humanidades, entonces ahí pude compaginar esa formación en ciencias con las humanidades, donde daba ética, metodología de investigación, comunicación oral y escrita, y algunos cursos de historia, incluso llegué a dar historia de México. También trabajé en una universidad privada que es el Tecnológico de Monterrey, allí impartí cursos de filosofía y de ética. Entonces, me empezó a interesar el área de la educación, en términos de, bueno, ¿cómo desarrollar las habilidades de nuestros estudiantes? ¿Cómo hacer que mejoren su comprensión? Porque la formación como profesor te lleva a reflexionar sobre por qué los estudiantes no entienden. Me gusta contar una anécdota que fue un parteaguas para mí. Una vez tuve una oportunidad de dar un curso de física a unos estudiantes y luego, un semestre después, los tuve en un curso de cálculo vectorial y a su vez en un curso de ética...

OC: ¿Y pudiste comparar su comportamiento y todo eso?

GC: Sí, sí. Lo que pasó ahí, por eso es muy significativo para mí porque me hizo reflexionar sobre esta cuestión de la educación. Porque pues obviamente en los cursos de matemáticas la principal forma en que los evalúas es con un examen, y allí, yo veía que tenían problemas muchos de ellos en comprender tanto el uso del lenguaje de la notación matemática como los conceptos. Si yo les preguntaba, por ejemplo, ¿qué es una integral? Para analizar su nivel de argumentación, veía que tenían problemas, y luego, cuando los tuve en ética, pues allí parte de la evaluación principal es saber escribir un ensayo, y veía que también les costaba trabajo a muchos de los que les había costado trabajo entender conceptos o notación matemática, les costaba expresarse adecuadamente, argumentar, redactar. Entonces, eso me llevó a una reflexión en términos de darme cuenta de que como que había un problema cognitivo o de enseñanza,

¿por qué no entienden? Y quise incidir en este tipo de investigaciones educativas y me empezó a interesar la didáctica de las ciencias.

OC: Ya para estudiar el proceso de enseñanza.

GC: Sí. Entonces surgió en su momento la oportunidad de que ya había algunos colegas que se habían especializado en educación, y entonces me comentaron cuando yo acabé el doctorado sobre el posgrado de física educativa, entonces me conecté y hubo la oportunidad de empezar a hacer investigaciones en didáctica de las ciencias, específicamente de la enseñanza de la física.

OC: ¿Y cuáles eran las preguntas en este campo de la investigación de didáctica de la física? ¿Qué preguntas de investigación te planteabas?

GC: Por ejemplo, una muy básica, ¿cómo comprenden los conceptos de las ciencias? Otra: ¿cómo los estudiantes entienden las entidades de la física, es decir, si creerán que las representaciones matemáticamente existen empíricamente? Son preguntas filosóficas que yo me hacía, pero también me interesaba mucho indagar sobre eso. De ahí surgió la creación de una línea de investigación en el posgrado donde actualmente trabajo. Me interesaba saber cómo argumentaban.

OC: ¿Y qué contraste?

GC: Veo que el principal problema estriba en que no comprenden adecuadamente los conceptos. Por ejemplo, cuando daba cursos de matemáticas, tú les podías pedir la solución a una integral y pues te la resuelven, ¿no? Dominan el nivel operativo, pero cuando te metes al nivel conceptual y pides por ejemplo que te expliquen qué es una integral, entonces se notan ciertas lagunas o ciertos problemas.

OC: Y entonces, ya de ahí pasas a otros niveles, quizás la abstracción y otras cuestiones más complejas, ¿no? Pero me pregunto si esta cuestión está asociada solamente a una capacidad cognitiva del estudiante o está asociada también a cómo el profesor presenta la explicación.

GC: Si, eso también fue lo que me empecé a dar cuenta. Yo me formé en un modelo de impartición de cursos que se conoce como el modelo tradicional de clase magistral. Al menos, así fue como yo aprendí ciencias en la escuela de físico matemáticas, allí el estudiante tenía poca acción, poca actividad en el aula, poca posibilidad de externar su juicio o algo así. De hecho, era una recriminación que yo les hacía a mis estudiantes de ética, pues les hacía ver que en esa clase se les permite hablar, expresar su punto de vista, porque yo sé que en las clases de ciencias o de ingeniería, es muy raro que les permitan expresar sus ideas, pero veía que aun así no lo hacían y creo que es por ese sesgo quizá, por llamarlo de una forma, de estar acostumbrados a clases magistrales, y eso me llevaba a crear otras formas de dar la clase. Pero entonces todo eso era de manera pragmática, intuitiva, y luego ya empecé a aprender sobre Metodologías de investigación educativas.

OC: ¿Y ahí cuales fueron las metodologías educativas que tú consideras que innovaron tu acción docente?

GC: Pues empecé a participar en comités tutoriales o en jurados de exámenes de maestría y doctorado, y empecé a ver que, por ejemplo, la metodología de Aprendizaje basado en problemas o en proyectos, era interesante, en general, todas las metodologías activas, después aprendí un poco del enfoque STEAM, la interdisciplinariedad entre varias áreas. Y algo que surgió natural fue el deseo de incluir la filosofía como estrategia para la enseñanza de la física, como hilo conductor, porque la filosofía permite tener más claridad en los conceptos, ver las cosas de otra manera, etc. Entonces, yo empecé a investigar ese tema, y de ahí surgió la idea de crear una línea de investigación que la denominamos Epistemología de las ciencias.

OC: ¿Y qué hallazgos has consolidado en esta línea?

GC: He dirigido trabajos de maestría y doctorado, con publicación de artículos y ponencias en congresos nacionales e internacionales. Hemos hallado, por ejemplo, que la filosofía ayuda a tener más claridad a los estudiantes respecto a los conceptos, es decir, aumenta la comprensión, también estimula ciertas habilidades de pensamiento crítico, les permite a su vez, entender de otra manera a su propia carrera, incluso. En términos de los temas que pueden aprender, les permite ver de otra forma la realidad, reflexionar sobre las cosas, sobre lo que están aprendiendo, sobre las definiciones, etc.

OC: Sí, encuentro interesante este trabajo sobre el uso de los diálogos para la comprensión de los objetos cuánticos, pues efectivamente, ubica al estudiante en un lugar en donde él puede pensar y se siente pensante y no se siente agredido, sino que se siente como una parte activa. Y también sé que tienes unos trabajos sobre el concepto de espacio-tiempo.

GC. Sí, esa es otra tesis de doctorado, se diseñó un seminario de cinco sesiones para estudiantes y egresados de la carrera de física, cuyo tema es el espacio-tiempo, pero alrededor de posturas que se insertan en la filosofía de la física, con el fin de desarrollar su argumentación, bajo un modelo llamado Modelo de Toulmin, en torno por ejemplo a la naturaleza del espacio-tiempo, las visiones realistas, sobre qué es el espacio-tiempo, si es una sustancia o si es una relación entre sustancias o si es una estructura, o si el tiempo existe. Se intentó hacerles ver que, si se acercan un poco a este tipo de reflexiones, pueden ver a su misma disciplina con otros ojos.

Hemos usado algunos conceptos de filosofía en la ciencia, se diseñan secuencias didácticas o cuestionarios que se usan como material previo y posterior a las discusiones. En el caso del ejemplo que tú ponías, es una tesis de doctorado, en donde usamos la filosofía mediante lo que se conoce como el diálogo socrático, que es una especie de forma de discusión, esto nos mostró que se desarrollan habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería que asisten a cursos de física moderna, allí, el tema fue la dualidad onda-partícula, frente a lo cual hay mucha especulación, y se presta para confusión porque tenemos que hacer el esfuerzo de ir más allá del sentido común y de la lógica establecida, pero hemos descubierto que la filosofía en situaciones y contextos como estos, ocupa un papel muy importante, y puede usarse para comprender mejor los conceptos, para discutir, para muchas cosas más.

OC: Más humana, ¿no? Más pensable. ¿Y qué ha encontrado sobre si los estudiantes imaginan a los entes matemáticos como empíricos o no?

GC: Sí, desarrollamos un proyecto de investigación que estaba enfocado a tratar de caracterizar lo que se llaman las concepciones ontológicas y epistemológicas de los estudiantes. Queríamos indagar a través del análisis discursivo sobre cómo construyen sus ideas, qué términos usan, cómo van argumentando, qué ideas tienen acerca de la existencia de las entidades físicas. Encontramos que, por ejemplo, hay problemas respecto a estas dos formas de ver estas concepciones, el análisis de las concepciones epistemológicas y ontológicas lo hicimos mediante las respuestas de los estudiantes a un cuestionario, encontramos que como casi el 70% de los estudiantes mejoran su argumentación.

OC: ¿Pero cuando dices mejoran es que transitan de qué a qué?

GC: Este fue sobre el concepto de campo, en el contexto de un curso de electromagnetismo, y entonces se les preguntaba, por ejemplo, ¿tú consideras que el campo es un objeto matemático o un objeto físico? Vimos que ellos entendían por objeto físico solamente la cuestión material, entonces, muchos de ellos decían que un campo eléctrico no lo consideraban como objeto físico porque no lo podían palpar o ver, y eso los llevaba a reflexiones.

OC: Claro, entonces si no es un objeto físico, ¿cómo lo miden?

GC: Claro, entonces se cuestionaban sobre el sentido que tiene y por qué se aferran a ciertas ideas, entonces, en medio de diálogos socráticos ellos iban evolucionando sus ideas y en el postest ya eran más sofisticados con el lenguaje.

OC: ¿Cómo podrías tú sintetizar los aportes que hace la filosofía a la enseñanza de las ciencias y a la formación de profesores de ciencias?

GC: Sí, en términos muy generales, diría que la filosofía permite que todos los que participan en una situación o en un contexto en el que la filosofía se está usando como hilo conductor, le permite más claridad respecto a su pensamiento, a su comprensión de conceptos, a que se acerquen más fácil a las problemáticas propias de su disciplina o lo que estén estudiando en ese momento. Se debería educar a los profesores para comprender las rupturas epistemológicas entre distintos paradigmas de la ciencia, por ejemplo, el concepto de tiempo en la física clásica no es el mismo en la física moderna, el concepto de partícula también es diferente, entonces, todas estas cuestiones que son problemas filosóficos, considero que deberían ser enseñados.

OC: Para finalizar, ¿qué consejos les darías a los profesores de ciencias para enriquecer su formación?

GC: Pues una recomendación que les daría primero es que se acostumbren a hacerse siempre preguntas y a tratar de ir más allá de lo que es el statu quo, que no sean rígidos, que estén abiertos a aprender e implementar nuevas formas de enseñanza, nuevas formas de aprender, también que se cultiven, que lean, que aprendan sobre su propia disciplina, que experimenten con nuevas metodologías porque no todo sirve para todo. Por ejemplo, ahora está de moda aplicar tecnologías, pero no siempre favorecen los procesos. También, que estén abiertos a aprender a escuchar, que no se casen con la idea de cómo les enseñaron a ellos, quizá el lenguaje con el que aprendiste ya no les hace sentido a los estudiantes, hay que acercarse también al contexto propio de las nuevas generaciones, hay que estar abiertos también a las nuevas formas de ver las cosas.

OC: De acuerdo, muchísimas gracias por compartir este conocimiento con nosotros.

Publicaciones destacadas del autor

Castrejón, G. (2014). *Erotismo y religión en Bataille* (Ediciones Quivira/UNAM, 2011);

Castrejón, G. (2012) *Estudios cruzados sobre Foucault*. Editorial Académica Española.

Castrejón, G. (2014) Poemario *El acto de crear presencia*. Lord Byron Ediciones.

Escobar, F.; Castrejón, G. y Vélez R. M. (2025). Diseño, creación, valoración y pilotaje de un cuento científico empleando Investigación Basada en Diseño. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 20(2), pp. 21-43. <https://doi.org/10.14483/23464712.21889>

Escobar, F.; Castrejón, G., y Mayo, C. (2025). Modelo ADDIE para desarrollar anteproyectos doctorales en un posgrado en línea. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 16, e2352. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v16i0.2352

Castrejón, G. (2024) “La dimensión temporal de los objetos y el realismo estructural”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 24.49: 255-292. <https://doi.org/10.18270/rcfc.4059>

Castrejón, G. (2023). Las propiedades intrínsecas y extrínsecas de las cosas. ¿Es Kant un realista estructural? *Con-Textos Kantianos*, v18, 21-35. <https://dx.doi.org/10.5209/kant.91409>

Castrejón, G. (2023). Cuerpo cyborg y subjetividades. Una respuesta al transhumanismo. *Elementos* 130, 27-34.

Castrejón, G. (2021). “Idealidad, substancialismo y relacionismo. Física y metafísica en el problema de la naturaleza del tiempo. *Dikaiosyne* N° 36 Universidad de Los Andes Mérida– Venezuela, Enero-Diciembre, 61-89.

Castrejón, G. (2019). “Sobre el estatus ontológico del espaciotiempo. Una respuesta al realismo estructural”. *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39, 43-84. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i39.2803>



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.22284>



Resultado de Investigación

EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DE UN PROFESOR DE BIOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DEL ORIGEN DEL UNIVERSO: UN ESTUDIO DE CASO

PROFESSIONAL KNOWLEDGE OF A BIOLOGY TEACHER IN TEACHING THE ORIGIN OF THE UNIVERSE: A CASE STUDY

O CONHECIMENTO PROFISSIONAL DO UM PROFESSOR DE BIOLOGIA NO ENSINO DA ORIGEM DO UNIVERSO: UM ESTUDIO DE CASO

Neyber Gonzalo Barrera Arizala*^{ID}, Carol Estefania Castro Parrado^{ID}
David Rodríguez Barbón***^{ID}**

Barrera, N., Castro, C., Rodríguez, D. (2026). El conocimiento profesional del profesor de biología en la enseñanza del origen del universo: un estudio de caso. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), e-22284. <https://doi.org/10.14483/23464712.22284>

Resumen

El artículo corresponde a los hallazgos de un estudio de caso sobre el conocimiento profesional de un profesor de biología, dentro del modelo propuesto por Rafael Porlán, donde el conocimiento profesional del profesor implica una comprensión profunda de la práctica educativa que le permite ser un sujeto capaz de reflexionar sobre su ejercicio pedagógico para transformar un contexto social y cultural. El objetivo es interpretar cómo este conocimiento se desarrolla y se manifiesta en un docente de biología a partir del análisis de las herramientas, las estrategias y el discurso del profesor al enseñar el origen del universo y el sistema solar desde distintas perspectivas en una institución oficial en grado sexto. Para lograr esto, se emplea la metodología de análisis de contenido desde un enfoque cualitativo. La recolección de datos se realiza a partir de las grabaciones de aula y una entrevista semiestructurada. Los resultados evidencian relaciones complejas entre las componentes de teorías implícitas, saberes académicos, creencias y principios de acción y rutinas y guiones de acción del profesor de biología, cuyo conocimiento es dinámico y favorece la reflexión sobre su conocimiento profesional. En conclusión, el análisis revela que durante las clases predominan las rutinas y guiones de acción que favorecen el orden, la participación y propicia un ambiente empático, basado

* Licenciado en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. ngbarrera@udistrital.edu.co - ORCID <https://orcid.org/0009-0005-1237-2877>

** Licenciada en Química. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. cecastrop@udistrital.edu.co - ORCID <https://orcid.org/0009-0000-8445-3813>

*** Licenciado en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. [drodriguez@udistrital.edu.co](mailto:drodurodriguez@udistrital.edu.co) - ORCID <https://orcid.org/0009-0005-9894-9429>

Recibido: 4 de junio de 2024. Aceptado: 18 de diciembre de 2025

en la creatividad y la indagación, así como, la integración de conceptos científicos y cosmogónicos que demuestran un compromiso con su desarrollo profesional.

Palabras Clave: Reflexión investigadora de la práctica, enseñanza de las ciencias, análisis del discurso, sistema solar, universo.

Abstract

This article presents the findings of a case study on the professional knowledge of a biology teacher, within the model proposed by Rafael Porlán. According to this model, a teacher's professional knowledge implies a deep understanding of educational practice, enabling them to reflect on their pedagogical work and transform a social and cultural context. The objective is to interpret how this knowledge develops and manifests in a biology teacher by analyzing the tools, strategies, and discourse they use when teaching the origin of the universe and the solar system from different perspectives in a public school with sixth-grade students. To achieve this, content analysis methodology is employed using a qualitative approach. Data collection is based on classroom recordings and a semi-structured interview. The results reveal complex relationships among the components of implicit theories, academic knowledge, beliefs and principles of action, and the biology teacher's routines and action scripts. This dynamic knowledge fosters reflection on their professional understanding. In conclusion, the analysis reveals that routines and action scripts predominate during classes, favoring order, participation, and fostering an empathetic environment based on creativity and inquiry, as well as the integration of scientific and cosmogonic concepts that demonstrate a commitment to their professional development.

Keywords: Teacher's professional knowledge; science teaching; discourse analysis; solar system; universe.

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de um estudo de caso sobre o conhecimento profissional de um professor de biologia, dentro do modelo proposto por Rafael Porlán. Segundo esse modelo, o conhecimento profissional de um professor implica uma compreensão profunda da prática educacional, permitindo-lhe refletir sobre seu trabalho pedagógico e transformar um contexto sociocultural. O objetivo é interpretar como esse conhecimento se desenvolve e se manifesta em um professor de biologia, analisando as ferramentas, estratégias e discursos que ele utiliza ao ensinar a origem do universo e do sistema solar sob diferentes perspectivas em uma escola pública com alunos do sexto ano. Para tanto, empregou-se a metodologia de análise de conteúdo com abordagem qualitativa. A coleta de dados baseou-se em gravações de aulas e em uma entrevista semiestruturada. Os resultados revelam relações complexas entre os componentes de teorias implícitas, conhecimento acadêmico, crenças e princípios de ação, e as rotinas e roteiros de ação do professor de biologia. Esse conhecimento dinâmico fomenta a reflexão sobre sua compreensão profissional. Em conclusão, a análise revela que rotinas e roteiros de ação predominam durante as aulas, favorecendo a ordem, a participação e fomentando um ambiente empático baseado na criatividade e na investigação, bem como a

integração de conceitos científicos e cosmogônicos que demonstram um compromisso com o seu desenvolvimento profissional.

Palavras-Chave: Conhecimento profissional do professor; ensino de ciências; análise do discurso; sistema solar; universo.

1. Introducción

Para la presente investigación sobre el conocimiento profesional del profesor CPP desde la metodología propuesta por Porlán et al. (1997) se analizaron cuatro grabaciones de clase de Biología en el tema microcurricular del origen del universo y el sistema solar en el grado 601 impartidas por un Docente Licenciado en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con 7 años de experiencia en el sector privado y 9 años en el sector oficial, perteneciente a una institución de carácter oficial de la Secretaría de Educación Distrital, de jornada única, que presta los servicios educativos desde preescolar a básica secundaria en la localidad séptima de Bosa Barrio Argelia II. El proyecto educativo de la institución se llama “formamos ciudadanos en movilidad sostenible y cultura vial, sostenibilidad ambiental, competencias ciudadanas y estilos de vida saludable” y busca promover la cultura del uso de la bicicleta con un enfoque de equidad de género y respeto por la diversidad. Los recursos y equipos académicos están bajo la estrategia collaborative STEAM+H learning (ciencia, tecnología, ingeniería, artes, matemáticas y humanística) y el proyecto integrador de ciclo que busca conectar los conocimientos adquiridos relacionándolos con los contenidos en forma interdisciplinaria (Institución Educativa Colegio de la Bici IED, 2024).

2. Referentes Teóricos

En el análisis del conocimiento profesional del profesor, se asume una concepción del docente como un sujeto activo y reflexivo, cuyo conocimiento se construye y transforma en interacción con su práctica pedagógica y el contexto en el que se desarrolla. Desde esta perspectiva, se analizan los aspectos que permiten comprender al profesor como constructor de conocimiento en su quehacer educativo.

2.1. *El profesor como constructor de conocimiento*

El objetivo principal de la educación es fomentar individuos capaces de enfrentar la incertidumbre y la complejidad del mundo, al desarrollar habilidades y conocimientos. En este contexto, el maestro es un sujeto con la capacidad de reflexionar y transformar el conocimiento según su práctica pedagógica, en donde el conocimiento se considera un proceso activo de construcción, no simplemente una recepción pasiva. Von Glasersfeld (1981) y Maturana (1996) coinciden en que el conocimiento no se adquiere únicamente por los sentidos o la comunicación, sino que es activamente construido por el sujeto cognoscente en la interacción con su entorno.

Además, el maestro desempeña un papel crucial como sujeto del saber. Según Von Glasersfeld (1981), el sujeto se construye de manera adaptativa al interactuar con su entorno. Lo que significa que, al considerar al maestro como sujeto del saber, problematiza su propia práctica en el aula y busca constantemente mejorar, así su saber pedagógico se desarrolla a lo largo de su carrera, y su función va más allá de la simple transmisión de contenidos.

Por otra parte, el conocimiento no representa una realidad objetiva externa, sino es una construcción subjetiva del individuo en interacción con su entorno. Por lo tanto, la práctica pedagógica del maestro es influenciada por la perturbación, llevándolo a reflexionar sobre la problemática desde la reinterpretación de sus experiencias (Maturana, 1996).

Asimismo, el docente actúa como un observador crítico que conecta, explica y transforma los fenómenos sociales desde una perspectiva compleja y diversa, lo cual permite la construcción de significados modificados por la retroalimentación del entorno.

Por tanto, el maestro enfrenta situaciones complejas y desafiantes, al reflexionar sobre sus métodos, estrategias y enfoques pedagógicos. Según Von Glasersfeld (1981), la filosofía ha abordado los problemas epistemológicos relacionados con el conocimiento, su origen y su "verdad" de manera diferente a la ciencia; en consecuencia, la pedagogía debe fomentar la reflexión crítica y la adaptación constante para abordar las necesidades cambiantes de los estudiantes y el contexto educativo.

Por consiguiente, Von Glasersfeld (1981) enuncia que el sujeto cognoscente construye conocimiento a partir de interpretar y modelar sus propios esquemas cognitivos. En consecuencia, el maestro debe reconocer la naturaleza subjetiva y relativa de su saber y estar dispuesto a revisar y modificar sus concepciones en función de la retroalimentación que recibe de su entorno mediante la construcción del conocimiento.

Por su parte, Maturana (1996) enfatiza la importancia de la reflexión crítica en tanto el maestro no solo debe poseer información, sino también cuestionarla, analizarla y adaptarla a las circunstancias cambiantes, para así, generar que la construcción del conocimiento implique una continua búsqueda de comprensión y una apertura a nuevas perspectivas, en donde el profesor pueda explorar su práctica y convertirse en un agente activo en la creación y transformación del saber pedagógico.

En este sentido, el profesor produce conocimiento porque es un observador que construye su realidad a partir de sus experiencias, sus emociones, sus lenguajes y sus conversaciones, por tal razón el profesor no busca la verdad absoluta, sino que crea y comparte significados con otros observadores en un proceso de coevolución y coaprendizaje.

Según Latorre (2023), la política educativa debe propiciar las condiciones que ayuden al profesorado a cuestionar la práctica educativa: la manera de enseñar, las teorías implícitas que mantiene, el modo de organizar una clase y a plantearse de una manera crítica la enseñanza.

Para finalizar, el profesor como ser humano es una construcción de sí mismo, se autoorganiza y se adapta a su entorno, con nuevas posibilidades de acción y transformación. El conocimiento ahonda en la didáctica, la pedagogía, la enseñanza y su conocimiento disciplinar; por eso, los educadores deben estar al tanto de los avances en su conocimiento específico para enseñar los desafíos del mundo que cambia constantemente, como agente social, responsable de la cultura y la historia que vive y que contribuye a crear.

Desde esta perspectiva, el conocimiento, ya sea sensorio-motriz o conceptual, es el resultado de nuestra propia reflexión y abstracción a partir de lo que percibimos y concebimos del mundo como profesores y sujetos sociales, porque como Von Glasersfeld (1981) indica en la naturaleza del conocimiento:

El conocimiento será una incógnita porque el ser humano no creó el mundo real, el único con el secreto de conocer lo real la posible verdad sería el creador del mundo, el ser humano solo puede conocer lo que ha construido (p. 27).

Por lo anterior, solo podemos interpretar nuestro entorno y generar nuestro conocimiento a partir de las perturbaciones de una posible realidad que se deriva de estructuras dinámicas.

2.2. *Conocimiento profesional del profesor: Acercamiento al modelo del grupo Didáctica e Investigación (D.I.E.)*

El modelo del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP), según Rafael Porlán, se fundamenta en una comprensión profunda y multidimensional de la práctica docente, desarrollándose a través de la

experiencia, la reflexión y la interacción con el entorno educativo. Porlán et al. (1997) sostiene que el CPP implica una integración compleja de conocimientos teóricos, prácticos y personales.

Teniendo en cuenta las definiciones de Porlán (2003), el CPP se sustenta en la teoría de la complejidad que aporta una visión integradora de las disyunciones simplificadoras y reduccionistas características del pensamiento didáctico de “sentido común”; por su parte, la teoría crítica aporta una visión ética y comprometida de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde las tradiciones y rutinas se consideran el resultado natural de las cosas.

Por lo tanto, Porlán et al. (1997) plantea que el CPP incluye un dominio de contenidos específicos relacionados con la materia que enseña, lo que implica comprender profundamente los conceptos y principios, y también saber cómo presentarlos de manera efectiva a los estudiantes y anticipar posibles dificultades en su comprensión.

Por otro lado, Solís et al. (2006) examina las concepciones curriculares del profesorado de ciencias, es decir, las creencias y supuestos que los docentes tienen sobre qué y cómo enseñar en sus aulas. Estas concepciones tienen un impacto significativo en la práctica docente y en las decisiones que los profesores toman sobre la selección de contenidos, métodos de enseñanza y evaluación del aprendizaje, lo que influye de manera significativa en el conocimiento profesional del profesor.

Además, el conocimiento profesional del profesor comprende habilidades pedagógicas, como el diseño de actividades de enseñanza, la evaluación del aprendizaje y la gestión del aula. Estas habilidades se adquieren a través de la formación inicial y refinan a lo largo de la carrera profesional del profesor (Rivero et al., 2017). La construcción del conocimiento exige que, durante el proceso formativo, se promueva una interacción constante entre lo racional y lo experiencial, así como entre lo tácito y lo explícito; por ello, la formación profesional debe articularse con el contexto en el que se desarrolla (Alves et al., 2025).

Asimismo, Porlán et al. (1997) también destaca la importancia del conocimiento contextual en el modelo del CPP. Esto se refiere a la capacidad del docente para adaptar su enseñanza a las características específicas de sus estudiantes, así como, a las demandas y expectativas del entorno educativo en el que trabaja.

Este conocimiento contextual comprende la cultura escolar, las políticas educativas y las necesidades de la comunidad. Solís et al., (2006) sugieren que el conocimiento profesional del profesor se construye a través de la interacción entre las concepciones curriculares del profesor, su experiencia práctica en el aula y las influencias contextuales y culturales.

Por su parte, Rivero et al. (2017) subrayan la importancia de que el profesor desarrolle un conocimiento práctico profesional, que sea objeto de estudio de la investigación escolar en ciencias, lo cual permite reflexionar sobre las relaciones entre la práctica y la teoría.

Otro de los aspectos fundamentales del modelo, según los estudios presentados por Porlán et al. (1998) es la importancia de la reflexión crítica sobre la práctica docente. Los profesores que participan en procesos de reflexión sistemática tienden a desarrollar una comprensión profunda de su labor, identificando fortalezas y áreas de mejora en su enseñanza. Lo anterior resalta la importancia de un conocimiento profesional del profesor flexible y adaptable. En este sentido, Pérez et al. (2024) propone un enfoque centrado en el aprendizaje y en el estudiante, aunque persisten rasgos propios del modelo tradicional.

Con base en esto se implementa el concepto de conocimiento profesional de hecho, del cual se plantea que:

“el conocimiento profesional suele ser el resultado de yuxtaponer cuatro tipos de saberes de naturaleza diferente, generados en momentos y contextos no siempre coincidentes, que se mantiene relativamente aislados uno de otros en la memoria de los sujetos y que se manifiestan en distintos tipos de situaciones profesionales o preprofesionales” (Porlán et al., 1997, p.158).

Tabla 1

Dimensiones y componentes del conocimiento profesional.

	Nivel explícito	Nivel tácito
Nivel racional	Saber académico	Teorías implícitas
Nivel experiencial	Creencias y principios de actuación	Rutinas y guiones de acción

Fuente: Porlán et al. (1997).

En la Tabla 1 se describe la clasificación planteada por Porlán et al. (1997) donde integra los niveles racional, experiencial, explícito y tácito para clasificar los saberes del CPP. En este sentido, Porlán (2002) y su grupo de investigación se centraron en analizar el nivel experiencial del profesor, donde identificaron que los profesores no son considerados en estos procesos de reforma como sujetos activos, creativos y responsables, sino como los encargados de aplicar en sus aulas las disposiciones curriculares. Teniendo en cuenta estas premisas, se propone cambiar la perspectiva que promueva la reflexión de los profesores investigadores sobre la enseñanza y el aprendizaje, coherentes con los obstáculos de las tradiciones curriculares y con las características del contexto donde se desarrolla.

Según lo enunciado por Porlán y Rivero (1998), las creencias y los principios de actuación infieren que el profesorado no promueve un conocimiento práctico profesional que integre de manera satisfactoria los conocimientos teóricos y los basados en la experiencia; lo anterior, porque los profesores suelen tener una visión absolutista del conocimiento, que considera los contenidos escolares como disciplinares, inmutables y de incorporación mecánica. Por lo anterior, Porlán (2002) propone que los docentes cuestionen sus prácticas y concepciones para mejorar su conocimiento profesional para generar una evolución de la clase en los procesos de reconstrucción crítica de los saberes de los docentes.

Igualmente, Porlán (2003) subraya la importancia de una formación del profesorado basada en la investigación y la evidencia científica sobre la enseñanza y el aprendizaje. Así, los futuros maestros deben estar familiarizados con las teorías y enfoques pedagógicos más recientes y con las mejores prácticas en el campo educativo. También hace hincapié en la necesidad de una formación del profesorado práctica y experiencial.

Además, se identifica que el conocimiento disciplinar en los profesores tiende a fraccionarse porque no se evidencia una interacción entre los conceptos, se aprenden como fórmulas o definiciones específicas; sin abordar las condiciones socioculturales en la historia y, por último, la visión absolutista, ya que se considera la ciencia como una verdad absoluta desde el modelo didáctico dominante (Porlán et al., 1997).

Por tanto, es necesario abordar el conocimiento de la disciplina como un conocimiento problematizado y complejo, que parte de la relación entre problemas significativos, conceptos y métodos de aspectos coyunturales en las cuestiones socioambientales (Porlán et al, 1998).

En consecuencia, la evolución histórica de la disciplina, según Porlán (2003), permite enfatizar en los cambios de paradigmas al articular las realidades sociales, los avances tecnológicos y los aspectos epistemológicos, por lo cual, se aborda desde una perspectiva interdisciplinaria, transdisciplinaria y

metadisciplinar para fomentar la visión sistémica del conocimiento científico y una representación integrada y compleja de la realidad.

2.3. *El origen del universo de acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y los Estándares Básicos de Competencias (EBC)*

En el proceso de revisión curricular basado en los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) sobre el contenido de las teorías del origen del universo; los estándares tienen un lugar en el mundo de la vida desde una comprensión holística del contexto natural y social con sentido y significado para el estudiante; proponen categorías interdisciplinarias: el entorno vivo, físico y ciencia tecnología y sociedad, deduciendo las siguientes interpretaciones consignadas en la tabla 2:

Tabla 2

Interpretación de trazabilidad de las acciones de pensamiento de estándares de ciencias naturales sobre las teorías del origen del universo.

Grupos de grado	Entorno físico
1 a 3	Registro el movimiento del sol, la luna y las estrellas en el cielo, en un periodo de tiempo.
4 a 5	Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento y posición.
6 a 7	Aplico el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales.
8 a 9	Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza de la luz.
10 a 11	Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal.

Fuente: Adaptado de MEN (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, 132-141.

En el caso de grado sexto y séptimo, se evidenció el estándar “Explico el origen del universo y de la vida” aunque el tema no está presente de forma precisa en todos los grupos, se identificaron aspectos que permiten generar acciones de pensamiento que articulan los nuevos aprendizajes sobre el conocimiento de las teorías del origen del universo; cabe resaltar que uno de los roles del docente es generar interacciones para determinar la importancia del tema en la ejecución de ideas nuevas como propone el MEN (2006). “Cuando se logra un conocimiento aprendido en un contexto a otro diferente, podemos decir que el aprendizaje fue significativo” (p 109).

Por otra parte, los Derechos Básicos de Aprendizaje enuncian:

Los DBA, en su conjunto, explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular, que plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año para que, como resultado de un proceso, los estudiantes alcancen los EBC Estándares Básicos de Competencias propuestos por cada grupo de grado (p 6).

Al consultar los DBA, se identificó que algunos no tienen una relación directa con los EBC de grado sexto para el contenido propuesto. Solo en grado undécimo se encontraron aportes sobre los componentes del universo al tratar el tema de la gravedad y el fenómeno de la luz y onda como se evidencia en: “Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).” (MEN, 2016 p.37) y “Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera

fuerzas magnéticas” (MEN, 2016 p.37). Por consiguiente, se puede afirmar que los DBA constituyen una propuesta para el desarrollo de procesos de enseñanza y de aprendizaje que no se enfocan directamente en las teorías del origen del universo.

2.4. *Epistemología de las perspectivas sobre el origen del universo*

La ciencia presenta grandes descubrimientos y avances en la construcción de paradigmas, a partir de teorías e hipótesis que intentan deslumbrar los secretos más fundamentales de la naturaleza, los cuales parten desde fundamentos científicos. Rodríguez (2023) plantea los elementos que lo componen, su creación, desarrollo y su historia al refutar o aceptar interpretaciones que permiten reflexionar sobre los aspectos entre la ciencia, la filosofía y la religión.

Por otro lado, las diferentes teorías están mediadas por los avances científicos. No obstante, en estos procesos no hay evidencia alguna del acto divino, ya que está relegado al origen mismo del universo. El docente debe desarrollar un diálogo personal entre la ciencia, la filosofía y la religión para comprender las diferencias sin generar sesgos entre una y otra (Velázquez, 2005). Así mismo, “la inteligencia humana desde la antigüedad a de preguntarse si la armonía natural tiene algún origen o es fruto de simple causalidad, y si ese origen responde a algún propósito” (p.96), por ello las diferentes teorías plantean contradicciones y limitaciones que van de la complejidad misma de ordenar tales causas propias de la naturaleza y al sesgo religioso que estas pueden generar en los estudiantes y docentes.

En este sentido, Velázquez (2005) plantea que la creación del universo está presente en la noción de la creación, la cual pertenece a un lenguaje bíblico donde Dios es el creador del mundo y de la naturaleza, no obstante, no es la única cosmovisión, ya que diferentes culturas identifican una deidad como generador de la creación cuando se habla del Big Bang:

Se encuentra así la noción “creación del universo” cuando se habla del Big Bang, expresión que indica la primigenia expansión con la cual todo el universo físico pasó rápidamente de un estado de altísima densidad y temperatura, donde las fuerzas de interacciones fundamentales no estaban aún diferenciadas y la radiación aún no se transformaba en materia, hacia un estado de diferenciación de las fuerzas al disminuir considerablemente la densidad y temperatura, hasta la formación de las partículas elementales, de los núcleos, de los átomos, de las estrellas y las galaxias (p.115)

De igual manera, Velázquez (2005) indica que:

La libertad de la creación impone tomar en cuenta al universo como un sistema “filosóficamente abierto”. No nos referimos aquí a la particular geometría o al valor de la curvatura del espacio-tiempo propuesta por Einstein en la teoría de la relatividad lo que debería regir el modelo del universo. Por el contrario, el conocimiento de él no puede deducirse partiendo de principios a priori, sino que debe nutrirse continuamente de la interacción con lo real que se comporta precisamente como un sistema abierto (p.135).

Con el avance científico, históricamente, la nada está presente en algunas de las cosmovisiones del origen del universo; la creación a partir de la nada y el problema del inicio del tiempo en el contexto de las ciencias naturales. Respecto a esto, Velázquez (2005) dice:

Si el universo ha tenido origen con un Big Bang y tiene una edad clara e ilimitada, eso significaría un origen de los tiempos, un “punto cero” más allá del cual no habría ni materia ni espacio-tiempo y esto recordaría la noción teológica de una creación a partir de la nada, al inicio del tiempo. (p.131)

Por consiguiente, se debe reconocer que la verdad cambia históricamente a partir del paradigma, basado en la verdad fundamentada en los cimientos de la ciencia, dando paso al principio de cada teoría.

2.5. *Enseñanza de la creación del Universo y el sistema solar*

La didáctica juega un papel importante en la enseñanza del universo, como se evidencia en Toro (2020), que describe la implementación de una unidad didáctica diseñada siguiendo los lineamientos de Sanmarti y fundamentada en el modelo cognitivo de ciencia para grado séptimo.

Este enfoque didáctico se centra en identificar niveles argumentativos y modelos explicativos del concepto del origen del universo, utilizando categorías de argumentación según lo estipulado por Tamayo (2012). El texto describe las observaciones en la construcción de un modelo explicativo más completo, complejo y flexible sobre el origen del universo por parte de los estudiantes, esto se logra gracias a la intervención didáctica y la labor docente que incitan a los estudiantes a desarrollar argumentos coherentes y a pensar críticamente sobre el tema.

Por lo tanto, la importancia de la didáctica en la enseñanza del universo radica en su capacidad para promover la construcción de conocimiento significativo en los estudiantes. Al proporcionar estrategias centradas en la argumentación y los modelos explicativos, se fomenta el aprendizaje de conceptos científicos y el desarrollo del pensamiento crítico, lo que contribuye al conocimiento científico escolar y a una comprensión profunda del universo y sus fenómenos.

En el contexto de la investigación realizada por Aguilar y González (2019), la didáctica se convierte en una herramienta esencial para promover la difusión de la astronomía entre la niñez y la juventud. Al utilizar metodologías de enseñanza y aprendizaje como el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo y el juego, se logra captar el interés de los estudiantes de manera efectiva. Estas estrategias permiten que los estudiantes no solo adquieran conocimientos sobre el universo, sino que también desarrollen habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación efectiva.

Por su parte, la formación de semilleros de astronomía, donde los estudiantes tienen la oportunidad de elegir y profundizar en temas de su interés, fomenta el aprendizaje autónomo y la motivación intrínseca.

Además, las actividades de socialización, como las obras de teatro y los juegos, no solo hacen que el aprendizaje sea más divertido y participativo, sino que también promueven el desarrollo de habilidades sociales y emocionales.

Los resultados observados en la investigación de Aguilar y González (2019), como el avance en el conocimiento, el interés por la astronomía y el desarrollo de habilidades como el liderazgo, el trabajo en equipo y la creatividad, demostraron la importancia de una didáctica adaptada al contexto específico de enseñanza.

3. Metodología

Esta investigación se ubica en el paradigma interpretativo en la investigación educativa, como lo relaciona Ricoy (2006), se enfoca en la comprensión de los fenómenos sociales y educativos a través de la reflexión de la práctica y la interacción entre los sujetos. Se reconoce que la realidad está conformada por significados e interpretaciones elaboradas por los propios individuos dependiendo de un contexto cultural y social. Por tanto, este enfoque busca construir teorías prácticas arraigadas en las experiencias concretas de los actores educativos.

Para lograr este objetivo, se emplea el enfoque cualitativo, el cual se caracteriza por su interés en comprender fenómenos sociales. De acuerdo con Sandoval (1996) la investigación cualitativa es de naturaleza multicíclica y obedece a un diseño flexible, permitiendo que cada hallazgo sea nuevamente interpretado dentro del mismo proceso de investigación.

Por consiguiente, se emplea la metodología de estudio de caso de acuerdo con Yin (1994), quien la define como la investigación empírica de un fenómeno en su contexto real, en donde no se precisan límites entre el fenómeno y el contexto, y permite analizar múltiples fuentes de información. El estudio de caso permite describir, comparar, evaluar y comprender diferentes aspectos de un problema de investigación por medio de un diseño lógico, técnicas de recopilación de datos y métodos de análisis de datos predeterminados.

En cuanto a la técnica de análisis de datos, se emplea el análisis de contenido. Como propone Bardín (1996), esta técnica permite examinar los datos con el fin de identificar patrones en el discurso del profesor, por medio de procedimientos sistemáticos permitiendo la inferencia del CPP. El análisis de contenido permite una interpretación más profunda de los mensajes del emisor en el proceso de investigación, a partir de estructuras de codificación y diferentes técnicas que desarrolla el investigador en la recolección de la información de forma oral o escrita, en este contexto, Krippendorff (1980) indica que: "El análisis de contenido parte del contexto para identificar la información. La técnica permite manejar un gran volumen de información a un coste no muy alto, lo que la hace útil para su uso en muestras sumamente grandes". (p.145-146)

De acuerdo con la técnica de recolección de datos empleada, se hace uso de los siguientes instrumentos de recolección:

3.1. Grabación de clases

Se transcriben cuatro grabaciones de clase en grado sexto sobre el origen del universo y el sistema solar, orientadas por el profesor de estudio, utilizando dispositivos de audio y video.

3.2. Entrevista semiestructurada

Se lleva a cabo una entrevista en la que se indaga sobre la experiencia, saberes académicos, creencias, métodos de enseñanza y decisiones pedagógicas del profesor. Esta entrevista permite reflexionar sobre la acción de la práctica pedagógica del profesor.

3.3. Software – ATLAS. ti

Se emplea el software ATLAS. ti para sistematizar y analizar los datos cualitativos obtenidos. Este programa facilita la identificación de patrones y aspectos relevantes en las grabaciones de clase y la entrevista.

4. Resultados y discusión de resultados

A continuación, se exponen los resultados derivados de la interpretación de un estudio de caso:

De las transcripciones de clase se obtuvieron 159 unidades de registro, clasificadas según las cuatro componentes propuestas por Porlán (1998). Los tres investigadores validaron la distribución de las unidades de registro, obteniendo que 16,35% corresponden a las teorías implícitas, 17,61% a los saberes académicos, 27,04% a las creencias y principios de acción y 38,99% a las rutinas y guiones de acción; algunas de las unidades de registro se clasificaron en más de una componente (figura 1). Por otro lado, se aplica una entrevista para dar claridad frente a los aspectos considerados importantes dentro de las inferencias realizadas para cada componente.

Figura 1

Porcentaje de distribución de unidades de registro por componente.

	10: Unidad...	Totales
	127	
Creencias y principios de actuac...	43 27,04%	43 27,04%
Rutinas y guiones de acción	62 38,99%	62 38,99%
Saberes académicos	28 17,61%	28 17,61%
Teorías implícitas	26 16,35%	26 16,35%
Totales	159 100,00%	159 100,00%

Nota. Análisis cuantitativo de información de investigación realizado a partir del software ATLAS. ti. Fuente: Elaboración propia.

En la entrevista se obtuvieron 13 unidades de registro, clasificadas en 30,77% de las creencias y principios de acción, un 15,38% de los saberes académicos, un 23,08% de las rutinas y guiones de acción y un 30,77% de las teorías implícitas (figura 2).

Figura 2

Porcentaje de distribución de unidades de registro en la entrevista.

	8: unidades...	Totales
	12	
Creencias y principios de actuac...	4 30,77%	4 30,77%
Rutinas y guiones de acción	3 23,08%	3 23,08%
Saberes académicos	2 15,38%	2 15,38%
Teorías implícitas	4 30,77%	4 30,77%
Totales	13 100,00%	13 100,00%

Nota. Análisis cuantitativo de información de investigación realizado a partir del software ATLAS. ti. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada componente en el marco del conocimiento profesional del profesor:

4.1. Saberes académicos

Desde el referente epistemológico de creación (Tanzella-Niti, 2005) el profesor se centra en las teorías del origen del universo y el sistema solar, y sigue una secuencia acorde a la propuesta curricular de la acción de pensamiento del eje de entorno vivo para el grado sexto, "explica el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías, las cuales son articuladas desde la perspectiva científica y cosmogónica" (MEN, 2006, p.136). En este sentido, el estudio de los aspectos del origen del Universo va más allá de lo científico en el discurso de creencias y mitologías, de acuerdo con Ortiz (2024), al incorporar la formación del conocimiento profesional del profesor de biología, se posibilita la problematización de los propios

modelos de enseñanza de las ciencias que tradicionalmente se reproducen en el contexto escolar. Como se puede evidenciar en la unidad de registro de clase C1UR12, en donde el profesor dice:

“En la antigüedad se utilizaban los mitos para dar respuesta al origen del universo y de la vida. Desde la visión Cristiana Dios: fue el creador del universo y de la vida, objeto creador del universo y de la vida religiosa cristiana. Dios en 6 días crea el universo y el y la vida y en el séptimo descanso el cual se encuentra en el libro sagrado de la biblia en el libro del Génesis”.

De acuerdo con esto, Porlán (1998) destaca que es importante reconocer y valorar estos saberes disciplinares en el contexto educativo, porque constituyen la base del conocimiento en cada área y proporcionan herramientas para comprender y abordar problemas específicos dentro de ese campo, a su vez, el profesor reconoce lo complejo de la implicación de la evolución histórica de las diversas teorías del origen del universo y el sistema solar, que parte de actividades de reinterpretación de sus saberes y creencias, de acuerdo con Espinoza (2021), se desarrollan explicaciones sobre la complejidad del contenido y del proceso de aprendizaje mediante el uso de diversos conceptos, entre los cuales sobresale la transposición didáctica, entendida como un recurso al que recurre el profesorado para adecuar el saber científico y ejercer un mayor control sobre su práctica de aula. Tal como se puede evidenciar en la unidad de registro de entrevista E1UR2 que da respuesta a la pregunta ¿por qué te interesa que los estudiantes aprendan sobre estas diferentes visiones del conocimiento?, en donde el profesor afirma que:

“Identificar que, en las ciencias naturales, es decir en la biología, no hay leyes y verdades absolutas sirven para la apertura del contenido del origen de la vida y permite identificar en los estudiantes que conocen acerca de estos contenidos ya sea por su propia curiosidad por películas otros medios de comunicación y difusión”

Según Porlán (2003), esto permite enfatizar en los cambios de paradigmas, al resaltar y articular las realidades sociales, los avances tecnológicos y los aspectos epistemológicos, ya que en los registros se recalca la dinámica de las teorías e hipótesis que cambian a través del tiempo, como muestra de ello, en el registro de clase C4UR7 el profesor dice:

“Son solo teorías, no son verdades o leyes. En las ciencias naturales no hay leyes. Entonces hay que tener presente eso. En un momento dado de la historia, esa teoría o esa hipótesis se refutó. Lo que pasa es que son las más acertadas o las que más gente considera que son verdades. ¿Listo? Pero pues falta más investigación para mirar y descubrir cuál de esas puede ser verdadera”

Fonseca y Martínez (2020) sostienen que el conocimiento práctico profesional considerado deseable surge de un proceso complejo de interacción e integración entre saberes de distintos niveles y naturalezas, estructurado en función de los problemas propios de la práctica profesional. En este sentido, los saberes metadisciplinares, los provenientes de las didácticas específicas y los saberes curriculares configuran, en sí mismos, formas de integración parcial. Esto hace parte de un conocimiento epistemológico implícito en lo dinámico y cambiante de los fundamentos científicos y cosmológicos que ha adquirido en su saber profesional, configurándose como una herramienta de reflexión disciplinar en su práctica profesional, donde genera un discurso holístico que permite analizar las implicaciones del conocimiento cultural y científico.

4.2. Teorías implícitas

Se evidencia que el profesor adopta un modelo constructivista en el desarrollo de las sesiones puesto que el estudiante se convierte en protagonista de su propio aprendizaje mientras que el profesor orienta la temática a través de preguntas que indagan y exploran su propio entorno, concretamente en el registro de clase C2UR11 el profesor pregunta:

“¿Por partículas? ¿Qué les pasaron a esas partículas?”

De esta forma, mientras participa y propone soluciones el estudiante consigue un grado superior de autonomía. Bajo esta premisa, algunos elementos como el trabajo colaborativo, los conocimientos previos o el contexto son fundamentales para plantear situaciones o problemas relevantes para los jóvenes, acciones que son reiterativas en el desarrollo de las clases, por ejemplo, en el registro de clase C1UR5, el profesor dice:

“Grupo 2 siguiente pregunta ¿Qué relación tiene el origen del universo con el de las galaxias, estrellas, planetas y el sistema solar?”

La anterior expresión que es validada en la entrevista a partir de la pregunta ¿Qué te motiva a estructurar este tipo de preguntas en la dinámica de la clase?, a lo que el profesor contesta en la unidad de registro E1UR9:

“Generar motivación en los estudiantes para que ellos mismos construyan sus conceptos a partir del desarrollo de la clase de igual manera para mantener organización del salón de clase al preguntarle a los estudiantes que no están prestando atención lo que les genera estar alerta a las preguntas que se le puedan realizar”

Con lo anterior, el profesor busca abarcar los conocimientos previos y los contextos en un lugar y tiempo determinado (Porlán et al., 1997), durante el desarrollo de la clase él sujeto no es consciente de esta metodología, pero luego de estimular el recuerdo en la entrevista, se genera un proceso reflexivo de su discurso que busca desarrollar habilidades de pensamiento a partir de una teoría del aprendizaje por apropiación de significados, de acuerdo con Ortiz (2024) para indagar con mayor profundidad en los elementos que los participantes expresan acerca de su propio conocimiento profesional, resulta pertinente recurrir a la entrevista semiestructurada, ya que esta puede facilitar la articulación entre recuerdos, ideas, informaciones, emociones e imágenes mentales que conforman la subjetividad del profesor y que se encuentran asociadas a uno o más de los cuatro posibles componentes.

4.3. Creencias y guiones de acción

Porlán y Rivero (1998), denotan que el profesorado no promueve un conocimiento práctico profesional que integre de manera satisfactoria los conocimientos teóricos y los basados en la experiencia.

El profesor diseña experiencias de aprendizaje que integran la tecnología y promueven el desarrollo de la creatividad, en particular, en el registro de clase C3UR4, el profesor propone un ejemplo para la actividad diciendo:

“Hoy quiero hacer mi sol y mis planetas de perritos y animales, de las claras, por decirlo así. Pero ¿cómo podría yo describir a esta creación? Ahí va su imaginación, ahí tiene que decirme cómo crearon eso, es tan fantástico como se creó a partir de una teoría científica. ¿Cómo se dice esto? Bueno, pero no se copie de mi idea”

De lo anterior es posible deducir que el participante tiene una creencia en la importancia del aprendizaje basado en la indagación y los trabajos prácticos; esta creencia se refleja en el diseño del micro currículo y elección de los recursos didácticos, como dispositivos electrónicos para el proceso de evaluación y actividades que incentivan la creatividad. Espinosa (2021) propone que se emplean recursos e ideas variadas de manera estratégica, a partir de una postura consciente de las necesidades de la clase, aunque no necesariamente explícita respecto a los fundamentos epistemológicos que las sustentan.

En consecuencia, se pregunta al profesor ¿Cuáles son los objetivos educativos que persigues al enseñar este tema a tus estudiantes? Respuesta registrada en E1UR4, en donde el profesor responde:

“Cumplir con el micro currículo el estándar respectivo, Generar un pensamiento crítico sobre las diferentes teorías e hipótesis del origen de del universo y que identifiquen que las ciencias están en constante cambio de acuerdo con el paradigma del momento”

A su vez el profesor resalta:

“Indiscutiblemente el uso de las imágenes satelitales proyectadas en el video beam, el uso de aplicación de Stellarium en las tablets y el telescopio, aunque la dificultad con este último radica en que solo hay para usarlo hay que estar de noche, el llamado de atención y la realización de preguntas constantemente”

Por lo tanto, la articulación de los aspectos del discurso y la planeación curricular parece confirmar que facilita la comprensión de los fenómenos científicos y promueven la participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Además, dado que el colegio donde trabaja tiene un enfoque educativo centrado en la cultura STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), esta elección de actividades y contenido sugiere una alineación con los principios fundamentales de esta pedagogía, que busca integrar estas disciplinas de manera interdisciplinaria y fomentar la creatividad, la innovación y la resolución de problemas en los estudiantes.

Porlán et al. (1997) también destaca la importancia del conocimiento contextual en el modelo del conocimiento profesional del profesor. Esto se refiere a la capacidad del docente para adaptar su enseñanza a las características específicas de sus estudiantes, así como a las demandas y expectativas del entorno educativo en el que trabaja. Este conocimiento contextual se basa en la comprensión de la cultura escolar, las políticas educativas y las necesidades de la comunidad. Solís et al., (2006) sugiere que el conocimiento profesional del profesor se construye a través de la interacción entre las concepciones curriculares del profesor, su experiencia práctica en el aula y las influencias contextuales y culturales. Los docentes desarrollan concepciones curriculares a lo largo de su formación y carrera profesional, y estas concepciones pueden cambiar y evolucionar a medida que reflexionan sobre su práctica y se enfrentan a nuevas experiencias y desafíos.

4.4. Rutinas y guiones de acción

El profesor es empático con sus estudiantes al saludar, al generar un espacio agradable de trabajo, y luego desarrolla un proceso de control al hacer el llamado a lista, esto se refleja en el inicio de todas las clases, por ejemplo, en el registro de clase C1UR1, el profesor inicia diciendo

“Buenos días, estudiantes. Voy a repartir el refrigerio mientras llamo a lista”,

Con lo cual identifica a los estudiantes partícipes en la actividad propuesta y a los faltantes para establecer las estrategias pertinentes a nivel académico o convivencial, según su desarrollo institucional, justificado a partir de la entrevista al profesor en el registro de E1UR6, en donde responde:

“En la dinámica de la institución debemos llamar periódicamente a lista en las clases para identificar si los estudiantes asistieron o están evadiendo, el registro se realiza en línea, por lo que a veces identificamos estos aspectos para tener un control de los estudiantes y permitirles si faltan excusa justificada por coordinación puedan presentar las actividades realizadas en ese día o espacio”.

Por otra parte, los llamados de atención atienden a la necesidad del docente de mantener el orden haciendo énfasis en la escucha activa y respeto al otro como habilidades sociales que el estudiante debe desarrollar en su formación actitudinal. De acuerdo con Fonseca y Martínez (2020), estos condicionamientos no constituyen problemas abstractos, sino que se vinculan a situaciones concretas que impiden formulaciones definitivas y demandan improvisación, destrezas personales y la capacidad de afrontar escenarios transitorios y cambiantes.

Según Porlán et al., (1998) las rutinas se organizan en el ámbito de lo concreto y vinculadas a contextos muy específicos, respondiendo implícitamente a preguntas del tipo ¿qué hacer en esta situación determinada? Lo cual, está dentro de las dinámicas del salón de clase que está estructurado en grupos de trabajo colaborativo que el docente en su discurso ya traslada como rutinarias, lo cual se justifica en el registro de entrevista E1UR8, en donde el profesor responde

“Considero que son las dinámicas propias del espacio y de los estudiantes la dificultad que tengo es que el laboratorio se usa como aula regular y el mobiliario no permite otro tipo de organización grupal los estudiantes se distraen con facilidad mantener el silencio permite que al menos se escuchen y me escuchen no voy a lograr una disciplina y un silencio absoluto, pero al menos intento que regulen su comportamiento para que escuchen a los demás y puedan ser partícipes de la actividad, en ocasiones se debe realizar la actividad punitiva con el retiro de puntos de clasdojo y anotación en el observador”.

Tal como menciona Porlán et al., (1998), las rutinas de acción son inevitables en toda actividad humana que tiende a la reiteración.

Así mismo, a través del proceso de análisis, también es posible evidenciar las relaciones que se presentan entre estas componentes. Cuando el docente expone la temática abordada, inconscientemente genera preguntas para incentivar la participación y atraer la atención estudiantil. Los saberes académicos están ligados a teorías implícitas; el profesor no se enfoca exclusivamente en el contenido, se preocupa por el rol de los estudiantes, en este sentido, Fonseca y Martínez (2020) consideran que el conocimiento profesional del profesor se configura como un saber de carácter práctico, distinto del conocimiento estrictamente académico, aunque nutrido por aportes disciplinares diversos, que se construye de forma integradora y profesionalizada. No responde a una lógica disciplinar ni a la simple acumulación de experiencia, sino que se trata de un conocimiento complejo, dinámico y en permanente construcción, orientado a la toma de decisiones en situaciones educativas cambiantes y no estandarizadas. Como se refleja en la unidad de registro de clase C2UR2, en donde el profesor dice:

“Universo, ¿cierto? Conocemos que hay diferentes tipos de teorías sobre ese origen, ¿cierto? ¿Qué teorías acerca del origen del universo vimos? ¿O se acuerdan?”.

Las creencias y principios de acción del profesor se vinculan con los saberes académicos, al considerar que la aplicación de los trabajos prácticos viene acompañada de un saber disciplinar, que se articula con los conocimientos que pretendía enseñar a los estudiantes con la práctica, mientras se incentiva la creatividad e indagación. De acuerdo con Alves et al., (2025) resulta importante tener en cuenta las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y del aprendizaje, replanteadas y reorganizadas desde una perspectiva contextual. En este contexto, es pertinente en la formación inicial del profesorado de ciencias aquellos conocimientos profesionales que reconocen el papel central de las ideas de los estudiantes y su aprovechamiento didáctico en los procesos de aprendizaje. A partir de su experiencia en el salón de clase, el profesor es consciente que una manera de reforzar el conocimiento en los estudiantes es por medio de la retroalimentación constante durante el desarrollo de las actividades, lo cual el participante justifica en la unidad de registro de entrevista E1UR3, diciendo:

“Considero que la dinámica escolar es un hecho es un proceso de autoaprendizaje en el mismo al momento en que realizo la clase y programo la actividad no sé cómo saldrá hasta estar con los estudiantes en ocasiones los grupos generan una clase dinámica y participativa donde sus preguntas salen del tema que programe y son capaces de corcharme lo cual me involucra a replantear las próximas actividades más aún que el espacio de clase que es un laboratorio por equipo de trabajo colaborativo genera más dinámicas de organización y procesos de la clase”.

A su vez, (Porlán et al., 2010) indica que, en definitiva, los profesores tienden, sin querer, a reproducir los esquemas interiorizados. Esta reproducción es vivida como la manera normal de ser profesional y cuando es cuestionada, lo es desde el discurso teórico con pocas conexiones con lo que suelen hacer en clase. De esta forma, las teorías que dan coherencia a las rutinas de acción y que responden a una cosmovisión tradicional de la escuela, dado su carácter implícito construyen un conjunto de obstáculos endógenos para el cambio de profesores (p.34). Lo anterior genera un deseo de cambio que se evidencia en sus unidades de registro, especialmente las obtenidas en la entrevista semiestructurada al analizar su propia práctica a través de la estimulación del recuerdo al realizarle las preguntas lo cual puede generar

una contradicción en su práctica, no obstante, esto hace parte de los obstáculos profesionales como lo indica Porlán et al., (2010) y como se evidencia en la práctica profesional del profesor que es un proceso complejo, gradual y diferenciado, el cual se adapta a contextos particulares al crear nuevos significados.

Fonseca y Martínez (2020), sostienen que el conocimiento profesional del profesorado, al igual que el de otros profesionales, constituye una forma de conocimiento práctico. En consecuencia, la práctica debe entenderse como un dominio epistemológico propio, especialmente cuando es profesionalizada, implica una intervención deliberada en la vida cotidiana y no se reduce a la simple acción, ya que en los contextos sociales está orientada por intenciones claras.

5. Conclusiones

De acuerdo con el análisis de las unidades de registro basadas en las componentes del CPP propuesto por Porlán, predomina la componente de rutinas y guiones de acción durante las clases del profesor, establece secuencias estructuradas para mantener el orden y promover la participación, las cuales son propias de la dinámica institucional; el saludo inicial y el control de asistencia, propician un ambiente para el aprendizaje y exploración de los conceptos, aspecto que el profesor ha estructurado a partir de su experiencia, demuestra una creencia hacia la importancia de la enseñanza basada en la creatividad y la indagación, diseña actividades que van acorde a estos preceptos desde la visión del uso de los medios tecnológicos alineados con un modelo pedagógico institucional desarrollando habilidades cognitivas y sociales.

Por otro lado, se evidencia un enfoque constructivista de forma inconsciente por parte del profesor, donde los estudiantes son protagonistas de su proceso de aprendizaje al fomentar la exploración mediante preguntas, lo que promueve la participación y la autonomía.

El profesor domina los conceptos de las teorías del origen del universo y el sistema solar, desde la visión epistemológica de la creación, al articular lo cosmogónico y lo científico a su discurso, y resalta lo dinámico de las teorías e hipótesis. De modo que las componentes del CPP se entrelazan y se refuerzan mutuamente en la práctica del profesor, se evidencia la complejidad del conocimiento profesional del profesor propio del contexto de las clases, se resalta una práctica reflexiva del participante, y, por consiguiente, la capacidad para integrar saberes disciplinares, teorías del aprendizaje y creencias pedagógicas en su práctica cotidiana. Además, refleja un compromiso con su propio desarrollo profesional.

6. Referencias

- Aguilar, D., y González, Y. (2019) Enseñando y jugando se aprende mejor la astronomía. *Revista científica* 218-225
- Alves, P. G. M., Bego, A. M., Zuliani, S. R. Q. A., y Delord, G. C. C. (2025). A investigação em torno do desenvolvimento do conhecimento profissional desejável na formação inicial de professores de Ciências da Natureza nas pesquisas brasileiras. *Revista Brasileira De Pós-Graduação*, 20(41), 1–34. <https://doi.org/10.21713/rbpg.v20i41.2285>
- Bardín, L. (1996). *Análisis de contenido*. Ediciones Akal, S.A.
- Espinosa, O. (2021). El conocimiento profesional del profesor de física en la enseñanza del efecto Doppler del sonido: un estudio de caso mediante la modalidad virtual. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15523>
- Fonseca, G., y Martínez, C. (2020). El conocimiento profesional del profesor: una construcción desde la integración/transformación de referentes académicos y experienciales. El caso de un futuro profesor de biología. *Investigación y formación de profesores deficiencias: diálogos de perspectivas latinoamericanas*, 131-159.
- Institución Educativa Colegio de la Bici IED. (2024). *Manual de convivencia*.
- Krippendorff, K. (1980). *Content analysis an introduction to its methodology*. SAGE publications, Inc.

- Latorre, A. (2023). *La investigación acción. Conocer y cambiar la practica educativa.* 1-22.
- Maturana, H. (1996). Realidad: la búsqueda de la objetividad o la persecución del argumento que obliga. *Construcciones de la experiencia humana*, 1, 51-138.
- Ministerio de Educación Nacional, (MEN a). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas.* Editorial Ministerio de Educación Nacional.132-141.
- Ministerio de Educación Nacional, (MEN b). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje DBA, Transición.* Editorial Ministerio de Educación Nacional. 7-9.
- Ministerio de Educación Nacional, (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje DBA en Ciencias Naturales.* Editorial Ministerio de Educación Nacional. 8-37.
- Ortiz, C. A. (2024). *Obstáculos epistemológicos sobre el conocimiento profesional del profesor de Biología durante la práctica pedagógica y didáctica.* <http://hdl.handle.net/20.500.12209/20845>
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A. Harres, J., Azcarate, P., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (1), 31-46
- Porlán, R. (2003). *Principios para la formación del profesorado de secundaria.* *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado.*
- Porlán R. (2002) La formación del profesorado en un contexto constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, – 7(3), 271-281,
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16, (1), 175-185.
- Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2) 155-171. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.4173
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A., & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, II: Estudios Empíricos y Conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas.* 16 (2), 271-288.
- Pérez-Robles, Antonio, Delord, Gabriela, y Porlán, Rafael. (2024). Opiniones de estudiantes universitarios de ciencias experimentales y tecnología sobre clases innovadoras frente a otras áreas de conocimiento. *Formación universitaria*, 17(1), 139-154. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062024000100139>
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, 31(1), 11-22
- Rivero, A., del Pozo, M., y Porlán, R. (2017). Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria. *Investigación en la Escuela*, (93), 76-80.
- Rodríguez, A (2023). *Teoría cosmogónica.* Lifer. <https://www.lifeder.com/cosmogonia/>.
- Sandoval, C. (1996). *Investigación cualitativa. Programa de Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social.* ARFO Editores e Impresores Ltda.
- Secretaría Distrital de Integración Social (SDIS) y Secretaría de Educación Distrital (SED). (2010). *Lineamiento Pedagógico y Curricular Para la Educación Inicial Del Distrito.*
- Solís, E., Porlán, R., y Rivero, A. (2006). *Las Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias: instrumentos para su representación.* *Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad: XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Zaragoza.
- Tamayo, A. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en los niños. *Hallazgos*, 9 (17), 211-233.
- Tanzella-Niti, G. (2005). La creación del universo: filosofía, ciencia y teología. Origen, naturaleza y conocimiento del universo: un acercamiento interdisciplinar. *Cuadernos de Anuario Filosófico. Serie Universitaria*, 171, 113-151
- Toro, F. (2020). *Identificación de los modelos de argumentación y los modelos explicativos del concepto del origen del universo.* Universidad Autónoma de Manizales.
- Velázquez. F. (2005). *Origen, naturaleza y conocimiento del universo: un acercamiento interdisciplinar.* Editorial Universidad de Navarra. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/4101/1/171.pdf>
- Von Glasersfeld, E. (1981). *Introducción al constructivismo radical. La realidad inventada ¿Cómo sabemos lo que creemos saber?,* 20-37.
- Yin, R. (1994): *Case Study Research: Design and Methods.* Sage Publications, Thousand Oaks.



LA RELACIÓN CON EL SABER ASTRONÓMICO TRAS EL GRAN ECLIPSE DE AMÉRICA DEL NORTE 2024

THE RELATIONSHIP WITH ASTRONOMICAL KNOWLEDGE AFTER THE GREAT NORTH AMERICA ECLIPSE OF 2024

A RELAÇÃO COM O SABER ASTRONÓMICO APÓS O GRANDE ECLIPSE DA AMÉRICA DO NORTE DE 2024

Giovanni Cardona*^{ID}, Silvina Cordero**^{ID}
Cristina Leite***^{ID}

Cardona G, Cordero S, Leite C. (2026). La Relación con el Saber astronómico tras el Gran Eclipse de América del Norte 2024. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e23268.
<https://doi.org/10.14483/23464712.23268>

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación cuyo objetivo fue caracterizar la relación con el saber astronómico establecida por estudiantes de Física y Licenciatura en Física de una universidad en Bogotá, al observar el eclipse solar visible en Norteamérica el 8 de abril de 2024, conocido como el Gran Eclipse de América del Norte. Dos estudiantes participaron en la observación bajo las siguientes condiciones: el estudiante de Física viajó a la ciudad de Dallas, Texas, mientras que la estudiante de Licenciatura en Física lo observó desde Guadalajara, México. Posteriormente a la observación, se les solicitó que respondieran a algunas preguntas y luego realizaran un balance de saber. El análisis de datos permitió identificar categorías, las cuales fueron interpretadas en el marco de *la relación con el saber*, según las dimensiones propuestas por Bernard Charlot (relación identitaria, relación social y relación epistémica). La relación con el saber astronómico se entendió como un proceso dinámico que involucra al sujeto en una red de interacciones continuas consigo mismo, con los demás y con el mundo, donde la comprensión de conceptos y fenómenos requiere integrar las percepciones cotidianas de la observación con los modelos teóricos aprendidos en el aula, superando la información limitada de los libros y medios. Además, se propone promover proyectos que fomenten la observación astronómica en el entorno escolar, como el seguimiento de eclipses solares, donde los estudiantes registren imágenes y analicen parámetros astronómicos. En los dos casos de estudiantes participantes de la investigación, pasaron de definir el eclipse a percibir el eclipse, contribuyendo con su relación identitaria, social y epistémica con el saber astronómico.

*Msc-Astronomía, Doctorando en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata FaHCE-Argentina. Profesor Universidad Distrital Francisco José de Caldas-Bogotá Colombia E-mail: gcardonar@udistrital.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2131-7675>

**Doctora en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, FaHCE. E-mail: scordero@fahce.unlp.edu.ar Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0254-041X>

*** Doctora en Educación, Universidad de São Paulo (USP) E-mail: crismilk@usp.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8177-4603>

Palabras Clave: relación con el saber; eclipses; observación astronómica

Abstract

This article presents the results of a research study aimed at characterizing the relationship with astronomical knowledge formed by Physics and Physics Education students at a university in Bogotá, following their observation of the solar eclipse visible in North America on April 8, 2024, known as the Great North American Eclipse. Two students participated in the observation under different conditions: the Physics student traveled to Dallas, Texas, while the Physics Education student observed the eclipse from Guadalajara, Mexico. Afterward, they were asked to respond to a series of questions and complete a Knowledge Balance exercise. The data analysis identified key categories, which were then interpreted through the framework of the relationship with knowledge, based on the dimensions proposed by Bernard Charlot (identity-related, social, and epistemic). The relationship with astronomical knowledge is seen as a dynamic process involving continuous interactions with oneself, others, and the world, where understanding concepts and phenomena requires blending everyday observational experiences with the theoretical models learned in the classroom, moving beyond the static information found in textbooks and media. Additionally, the study advocates for the promotion of projects that foster astronomical observation in educational settings, such as tracking solar eclipses, where students record images and analyze astronomical parameters. In both cases, the students moved from merely defining the eclipse to actively experiencing it, enriching their identity, social, and epistemic connection to astronomical knowledge.

Keywords: relationship with knowledge; eclipses; astronomical observation

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi caracterizar a relação com o saber astronômico estabelecida por estudantes de Física e Licenciatura em Física de uma universidade em Bogotá, ao observar o eclipse solar visível na América do Norte no dia 8 de abril de 2024, conhecido como o Grande Eclipse da América do Norte. Dois estudantes participaram da observação sob as seguintes condições: o estudante de Física viajou para a cidade de Dallas, Texas, enquanto a estudante de Licenciatura em Física o observou de Guadalajara, México. Após a observação, foi solicitado que respondessem algumas perguntas e, em seguida, realizassem um Balanço de Saber. A análise dos dados permitiu identificar categorias, que foram interpretadas no contexto da relação com o saber, de acordo com as dimensões propostas por Bernard Charlot (relação identitária, relação social e relação epistêmica). A relação com o saber astronômico é entendida como um processo dinâmico que envolve o sujeito em uma rede de interações contínuas consigo mesmo, com os outros e com o mundo, onde a compreensão de conceitos e fenômenos requer integrar as percepções cotidianas da observação com os modelos teóricos aprendidos na sala de aula, superando as informações limitadas nos livros e meios de comunicação. Além disso, propõe-se promover projetos que incentivem a observação astronômica no ambiente escolar, como o acompanhamento de eclipses solares, onde os estudantes registram imagens e analisam parâmetros astronômicos. Nos dois casos dos estudantes participantes da pesquisa, os estudantes passaram de definir o eclipse para percebê-lo, contribuindo para sua relação identitária, social e epistêmica com o saber astronômico.

Palavras-Chave: relação com o saber; eclipses; observação astronômica

1. Introducción

La Didáctica de la Astronomía (DA) es una disciplina joven con una identidad epistemológica definida, estrechamente relacionada con la Didáctica de las Ciencias Naturales y la Didáctica de la Física (Camino, 2021; Salimpour et al., 2024). Se considera interdisciplinaria en el sentido de que integra la Astronomía y las Ciencias de la Educación, con enfoques, problemas y metodologías específicos (Camino, 2012). Entre las producciones del campo se identifican análisis sobre la importancia y las razones para enseñar Astronomía en educación básica (Leite et al., 2021) y, aunque ha aumentado el número de investigaciones en este sentido, las justificaciones carecen de un mayor desarrollo teórico, lo que resalta la necesidad de estudios que indaguen más sobre las razones para enseñar y aprender Astronomía (Leite et al., 2021).

Las justificaciones para enseñar Astronomía coinciden con las categorizadas por Soler (2012) y pueden resumirse en: la intención de despertar sentimientos en diferentes públicos (como curiosidad y fascinación) hacia los temas astronómicos; la importancia sociohistórica y cultural que la humanidad atribuye a la Astronomía; la posibilidad de que esta ciencia favorezca una ampliación de la visión del mundo y la sensibilización sobre temas como ciudadanía, preservación ambiental y sostenibilidad; y la posible facilidad de relacionar esta área con otros campos del conocimiento humano, lo que se puede denominar interdisciplinaria (Leite et al., 2021).

En la formación de docentes, diversos investigadores señalan que las dificultades del cuerpo docente para enseñar Astronomía se deben a una formación insuficiente y a la falta de material didáctico adecuado (Leite, 2007; Langhi; Nardi, 2008). Además, existe temor de no cumplir con las expectativas estudiantiles debido al abuso mediático de los fenómenos, que distorsionan los hechos astronómicos reales y despiertan curiosidad (Leite, 2002).

Diversos estudios han abordado las concepciones alternativas que los y las docentes tienen sobre temas de Astronomía (Bisch, 1998; Langhi y Nardi, 2008; Leite y Hosoume, 2007), así como los errores conceptuales presentes en los libros de texto (Leite y Hosoume, 2009; Langhi y Nardi, 2008) y las dificultades que surgen en la enseñanza de esta disciplina (Leite, 2006; Langhi y Nardi, 2010). Los resultados de estas investigaciones han identificado varios de los principales desafíos que enfrenta el profesorado, tales como los aspectos metodológicos y formativos, la falta de fuentes confiables de información, y la necesidad de una construcción del conocimiento espacial adecuada. Por otro lado, los libros de texto contribuyen a dificultar este proceso, al presentar errores conceptuales o una escasa atención a la contextualización de los conocimientos astronómicos.

Existen estudios en la DA que se centran en desarrollar estrategias para enseñar diversos fenómenos astronómicos. Estos incluyen: eclipses lunares (Langhi, 2009) y solares (Romagnoli, 2021), exoplanetas (Della-Rose et al, 2018), agujeros negros (Pinochet, 2019), la estabilidad del sistema solar (Fonseca, 2024), la observación conjunta del equinoccio de marzo (Silva y Leite, 2019), la definición y medición de ángulos en el espacio físico para determinar posiciones en la esfera celeste (Lanciano y Camino, 2008).

Las actividades que involucran la observación del cielo son frecuentemente destacadas por su gran importancia en la construcción del conocimiento en Astronomía, convirtiendo el cielo en nuestro gran laboratorio. Costa y Leite (2017) y Silva y Leite (2019) identifican aspectos importantes para la preparación y el análisis de propuestas didácticas que involucran observaciones astronómicas, a partir de revisiones sistemáticas de la literatura y de la evaluación de materiales didácticos.

En la etapa previa a la observación, enfatizan la preparación del alumnado mediante la recopilación de conocimientos previos, la definición de los astros a observar, el establecimiento de objetivos claros, la elección de momentos adecuados y la planificación de la duración de la actividad. Estos elementos favorecen la conexión entre los conceptos estudiantiles y los fenómenos investigados, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje.

Durante la observación, destacan estrategias específicas como el uso de mapas celestes e instrumentos sencillos que ayudan a identificar las estrellas, registrar datos y medir aspectos espaciales y temporales. En cuanto a la naturaleza de la observación, las investigaciones señalan que las actividades sistemáticas y regulares son especialmente eficaces para los análisis más profundos, como la identificación de ciclos y movimientos celestes. En la post-observación, recomiendan prácticas que impliquen la discusión de los resultados, la evaluación de los métodos utilizados y la realización de cálculos a partir de los datos recogidos, lo que amplía la comprensión de los fenómenos.

Por último, el espacio de observación se considera crucial, ya que la actividad trasciende los confines del aula, aprovechando entornos externos como plazas, parques e incluso los domicilios estudiantiles. Dependiendo del lugar de observación, el papel docente varía.

El estudio de Ferreira y Leite (2015) busca entender las percepciones de docentes sobre la relación entre el conocimiento adquirido a través de la observación y los modelos científicos aceptados acerca de la forma y movimientos de la Tierra. Utilizando la investigación-acción, las investigadoras actuaron como observadoras participantes en un curso de formación continua, interactuando constantemente con el profesorado. Los resultados revelaron que solo un pequeño grupo de docentes comprende las contradicciones aparentes y limitaciones relacionadas con conceptos de espacialidad. La mayoría empleó expresiones vagas, sin conexión con la problemática del curso. Esto sugiere una necesidad de mejorar la formación continua, integrando la observación con el conocimiento astronómico (Ferreira y Leite, 2015).

El trabajo de Santos et al. (2015) recuerda que los eclipses han despertado el interés humano desde la antigüedad, que su observación sistemática puede fomentar la curiosidad, el aprendizaje y la investigación científica, y busca estimular investigaciones científicas en el entorno escolar mediante el seguimiento de eclipses solares. Plantea actividades como el registro fotográfico por parte del estudiantado con equipo adecuado, y el análisis de las imágenes para determinar parámetros representativos de estos eventos astronómicos, que se compararán con previsiones.

Asimismo, incluye una descripción detallada de la metodología y los recursos a utilizar en las observaciones (Santos et al., 2015). La propuesta anterior pretende incentivar al profesorado de educación secundaria a aplicar métodos científicos en sus clases, fomentando la interdisciplinariedad entre las materias y la Astronomía, especialmente sobre eclipses solares y lunares (Santos et al, 2015). Se espera que esta iniciativa fortalezca las relaciones entre docentes, estudiantes y la comunidad científica, promoviendo prácticas de recolección y análisis de datos en el entorno escolar y reduciendo la brecha entre el conocimiento científico y la comunidad (Santos et al., 2015).

En esta línea, el estudio de Valderrama et al., (2024) constituye un antecedente para comprender el estado del conocimiento astronómico en contextos educativos colombianos. A partir de una investigación exploratoria con enfoque cualitativo, los autores analizan los conocimientos de 241 estudiantes de educación secundaria del departamento de Boyacá, integrantes de la red AstrodidaXis, mediante un cuestionario alineado con los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional. Los resultados muestran que, si bien los estudiantes evidencian apropiaciones básicas en contenidos como las fases de la Luna y ciertos aspectos del Sistema Solar, persisten dificultades significativas en conceptos de mayor complejidad, tales como los movimientos de

la Tierra, la estructura y clasificación estelar, la nucleosíntesis, la ubicación del Sistema Solar en la Vía Láctea y las fuerzas fundamentales del universo. Estos hallazgos ponen de manifiesto vacíos curriculares y didácticos en la enseñanza de la Astronomía, y refuerzan la necesidad de promover enfoques interdisciplinarios, contextualizados y experienciales que articulen la escuela, la universidad y los espacios de divulgación científica, favoreciendo una comprensión más profunda y significativa del saber astronómico (Valderrama et al., 2024).

Por otro lado, la investigación en Educación en Astronomía (Astronomy Education Research, AER) se ha consolidado como un campo específico desde la década de 1990. A partir del análisis de 2.085 publicaciones en lengua inglesa entre 1898 y 2022, Salimpour et al., (2024) evidencian un crecimiento sostenido de la producción científica, principalmente en artículos de revista y actas de congresos, con un predominio histórico de estudios realizados en Estados Unidos y una expansión reciente hacia otros contextos. Los trabajos se concentran en contenidos como el movimiento celeste, la instrumentación astronómica y las ciencias planetarias, la dimensión afectiva y el compromiso del estudiantado.

Sin embargo, los autores señalan vacíos relevantes en áreas como la Astronomía galáctica y extragaláctica, la investigación teórica e histórica y los enfoques que articulan experiencia, contexto educativo y construcción de sentido, lo que refuerza la necesidad de ampliar las perspectivas metodológicas y temáticas del campo (Salimpour et al., 2024).

Algunas de las investigaciones presentadas anteriormente indican las deficiencias de los y las docentes en relación con el conocimiento astronómico y sus métodos de enseñanza, asumiendo un enfoque carencial. En esta investigación se propone adoptar una perspectiva epistemológica y pedagógica diferente, formulando preguntas sobre las percepciones de docentes y estudiantes, su motivación para aprender y enseñar Astronomía, las actividades que realizan, y el significado que otorgan a situaciones, fenómenos y objetos astronómicos. También se pretende explorar las conexiones entre sus enfoques didácticos y epistemológicos respecto al saber astronómico. Este análisis puede realizarse mediante una “lectura en positivo” (Broitman y Charlot, 2014), siguiendo el enfoque de Bernard Charlot sobre la relación con el saber (Vercellino, 2020).

El aprendizaje implica una relación positiva con el saber, un sentido, una apreciación, un deseo; el concepto de relación con el saber ha sido construido en otros campos, pero hoy pertenece también a la Didáctica (Broitman y Charlot, 2014), desde donde se busca comprender, por ejemplo, los sentidos que construyen estudiantes y docentes de escuela en la observación astronómica singular y situada desde la teoría de Charlot (Klein et al., 2010).

Se ha explorado el gran número de ventajas que implica analizar el trabajo singular y situado que supone el aprendizaje, tanto de estudiantes como del profesorado, a partir de los aportes heurísticos de las teorías que se ocupan de estudiar la relación con el saber (Vercellino, 2020). Esta noción, en el campo de las investigaciones en educación, permitirá organizar algunos de nuestros interrogantes y búsquedas (Cardona et al., 2024).

Para este trabajo en particular, nuestra indagación apuntó a caracterizar la relación con el saber astronómico establecida por un estudiante universitario de la carrera de Física y una estudiante de Licenciatura en Física de una universidad de Bogotá, Colombia, al observar el eclipse solar visible en Norteamérica el 8 de abril de 2024, conocido como el Gran Eclipse de América del Norte, formulando las preguntas de investigación:

¿Cómo se configura la relación con el saber astronómico de un estudiante universitario de Física y una estudiante de Licenciatura en Física, a partir de la experiencia vivida de observación del Gran Eclipse de

América del Norte del 8 de abril de 2024?

¿Cuál es el origen del conocimiento astronómico de los casos estudiados?

¿Cómo se configura su relación epistémica social e identitaria con el saber astronómico?

El análisis de datos se realizó en el marco de la relación con el saber, según las dimensiones: relación epistémica, social e identitaria (Charlot, 2008). A continuación, presentaremos las cuestiones teórico-metodológicas, la observación de un eclipse como experiencia única, los balances de saber, el sentido de observar el eclipse, la relación epistémica, social e identitaria con el saber astronómico que hemos caracterizado y, finalmente, nuestra discusión y conclusiones.

2. Cuestiones teórico-metodológicas

Para la presente investigación es relevante la definición de observación astronómica, la cual está implícita en diversas publicaciones (Soler, 2012; Klein, 2010; Santos, 2015; Silva y Leite, 2019). En nuestro caso, asumimos la observación astronómica como una práctica de observación de cuerpos celestes grandes y distantes (Klein et al., 2010). En este caso específico, nos interesamos por la observación con telescopio y la observación indirecta realizada por una estudiante de licenciatura en Física y un estudiante de Física del eclipse del 8 de abril de 2024 respectivamente.

La indagación realizada adoptó un enfoque cualitativo exploratorio mediante el método de estudio de casos. Este enfoque metodológico se justifica por el interés en analizar en profundidad cómo cada participante construye una relación única con el conocimiento adquirido a través de la observación del eclipse solar, así como por evaluar las dimensiones de esta relación (epistémica, identitaria y social). Seleccionamos dos casos por conveniencia: una estudiante en formación de Licenciatura en Física, que está participando en un intercambio con una universidad en México, y un estudiante de Física que viajó a Dallas para observar el eclipse. La estudiante tiene 19 años y el estudiante de Física 21; casualmente, ambos están en el séptimo semestre de sus respectivos programas académicos. Es importante destacar que estos casos no se analizaron de manera comparativa, sino que se consideraron representativos de las diversas formas en que estudiantes de la universidad establecen relaciones con el conocimiento astronómico. Estos casos son significativos porque permiten identificar procesos individuales únicos y contribuyen a comprender mejor cómo estudiantes de grado interactúan con el saber astronómico.

Para la recopilación de datos se generaron cuestionarios y balances de saber, seguidos de una breve entrevista que buscó esclarecer algunos de los comentarios sobre las impresiones expresadas por el y la estudiante con relación a la observación del eclipse, impresiones que analizamos desde el análisis de contenido, en contraste con categorías propias de la relación con el saber señaladas por Zambrano(2015). En la figura (1) se evidencian las zonas de visibilidad del eclipse. Este fenómeno fue observado en las siguientes condiciones: el estudiante que cursa el programa de Física viajó a la ciudad de Dallas, Texas, y la estudiante que cursa Licenciatura en Física lo observó desde Guadalajara, México. Luego de la observación se les formularon algunas preguntas dispuestas en un *Google Forms* y, posteriormente, se les pidió diligenciar un balance de saber.

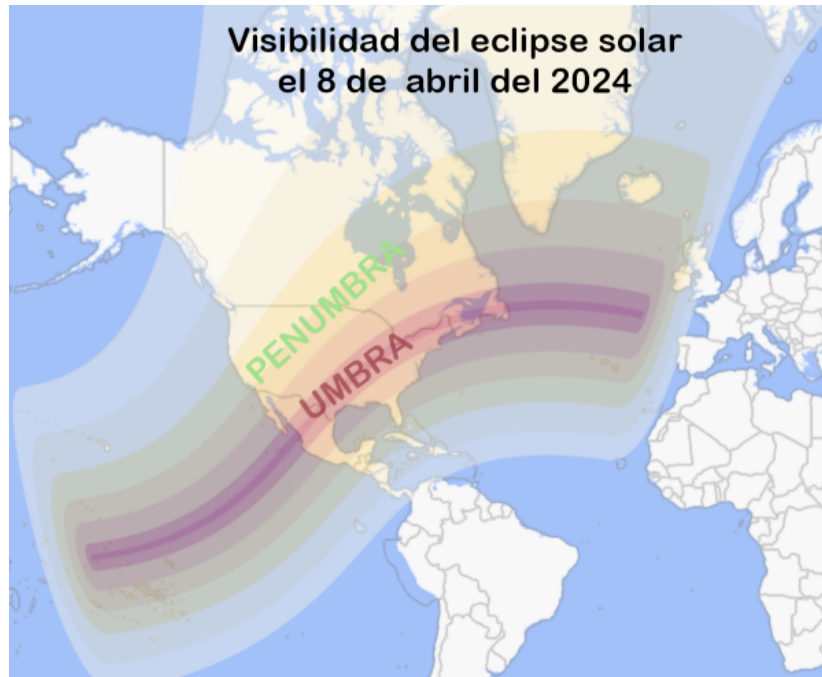
2.1 Estrategia de análisis cualitativo de los datos

El balance de saber es un dispositivo metodológico que permite investigar la relación con el saber a partir del sentido que los sujetos atribuyen a aprender (Charlot, 2008b; 2022). A diferencia de la entrevista clásica, este recurso no impone categorías previas, sino que invita en nuestro caso a la estudiante y al estudiante a narrar los aprendizajes que consideran significativos en la observación del eclipse y aquellos que esperan construir, definiendo así

el campo de relevancia de su propio relato.

Figura 1

Zonas de visibilidad del eclipse total de Sol



Nota: Zonas de visibilidad del eclipse total de Sol - Abril 8 2024, visible en México. Fuente: Reporte del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) de la Universidad de Guadalajara <http://iam.cucei.udg.mx/eclipses>

En esta investigación, el balance de saber se empleó para indagar los saberes y experiencias astronómicas que la estudiante y el estudiante valoran en su trayectoria formativa y práctica educativa. Implementado mediante un formulario en línea con preguntas abiertas, el instrumento permitió acceder a procesos de jerarquización y valoración que configuran su relación con el saber astronómico. La aplicación se realizó en abril de 2024 y produjo dos narraciones escritas, que constituyen insumos centrales para el análisis. Los testimonios recogidos en los balances de saber y entrevistas fueron sometidos a procedimientos de análisis de contenido, en contraste con las dimensiones que presenta la teoría de la relación con el saber(Charlot, 2008). Dicha teoría señala que el aprender implica actividad intelectual, sentido y placer, donde el último puede estar asociado al esfuerzo. La relación epistémica entre el sujeto y el saber en la teoría de Charlot se caracteriza por un enfoque en el sujeto como constructor activo del conocimiento, influenciado por el contexto y las experiencias vividas, mediado por la institución escolar, y entendido como un proceso dinámico y situado en el tiempo y el espacio (Charlot, 2008).

La relación identitaria con el saber enfatiza que la identidad de los sujetos no es estática ni previamente determinada, sino que se configura y redefine a través de sus interacciones con el saber. Esto implica que la adquisición de conocimientos y las experiencias educativas tienen un papel central en la formación de la identidad individual (Charlot, 2008), en este sentido Charlot señala: *Toda relación con el saber es igualmente una relación identitaria* (Charlot, 2008).

En la configuración de la relación social con el saber, la institución escolar actúa como un espacio mediador crucial. A través de su estructura organizativa, sus sistemas de prácticas y su clima escolar, la escuela facilita o dificulta la interacción social significativa y la construcción compartida del conocimiento

entre estudiantes (Charlot, 2008). La relación social de los sujetos con el saber se configura como un proceso dinámico y socialmente situado, donde la interacción con otros individuos y grupos juega un papel central en la adquisición y construcción del conocimiento, mediado por la institución educativa y enmarcado en contextos culturales y sociales específicos (Charlot, 2008). En este marco *de la relación con el saber*, se hace el análisis según las dimensiones: relación con el mundo, consigo mismo/misma y con las otras personas.

A continuación se presentan de manera detallada las preguntas formuladas que guiaron el diálogo con el y la estudiante que realizaron la observación del eclipse: ¿Qué instrumentos usaste para observar el eclipse? ¿Cuál fue tu motivación para acercarte a la Astronomía? ¿Cuándo y cómo fue esa observación del eclipse solar? ¿Qué pasó en esa ocasión que observaste el eclipse solar? ¿Qué sentiste realizando la observación del eclipse? ¿Por qué crees que te sentiste de esa manera? ¿Qué aprendiste e identificaste en el momento de la observación del eclipse de Sol? ¿Hubo alguna explicación acerca de lo que se estaba observando? ¿Cuáles son las impresiones (apreciaciones o comentarios) que tienes sobre lo que viste? ¿Qué características se reconocen al hacer observación de un eclipse solar total? ¿Para qué crees que se hace observación de eclipses solares?. Complementariamente, y en relación con el marco teórico de análisis, se aplicó el balance de saber.

Es importante destacar que se plantearon preguntas que permitieran identificar experiencias previas de observación astronómica para evitar influir en las respuestas, como lo recomienda Klein et al. (2010). Por ello se evitó dar explicaciones durante la recolección de datos. El objetivo era analizar las respuestas y reformular otras preguntas para aplicarlas en la entrevista y aclarar la información. Para llevar a cabo esta intervención, se consideró importante solicitar las respuestas en tiempos cercanos a la observación, así para este evento astronómico se propuso como fecha máxima el 12 de abril de 2024, para tener las respuestas y programar los Balances de saber y entrevistas. Como resultado de esta estrategia, se puede afirmar que se consolidó confianza y cercanía con quienes participaron en el estudio.

Las entrevistas se desarrollaron progresivamente después del diligenciamiento de los cuestionarios y balances de saber, estableciendo comunicación constante con el y la estudiante, se buscó conocer su historia en relación con la Astronomía, en particular con los eclipses en el plano escolar y familiar e indagar su relación con el saber astronómico a través de sus experiencias.

El interés central estuvo siempre enfocado en la descripción de lo vivido y en la búsqueda por comprender los sentidos que la observación astronómica de un eclipse les provocaba (Klein et al., 2010).

El análisis textual se orientó a reconstruir los sentidos y significados asociados a la relación con el saber astronómico a partir de los balances de saber y las entrevistas, sin pretender la verificación de hipótesis. Retomando los aportes de Klein (2010) y Charlot et al. (2022), el análisis se desarrolló en cuatro momentos articulados: desmontaje de los textos para identificar unidades significativas vinculadas con las dimensiones identitaria, epistémica y social; establecimiento de relaciones mediante la clasificación y agrupación de dichas unidades; captura de lo emergente, orientada a la construcción de nuevas comprensiones; y un proceso autoorganizado de interpretación en diálogo con la teoría de la relación con el saber.

El procedimiento incluyó la lectura sistemática de los balances de saber diligenciados en un formulario en línea, la identificación de dimensiones epistémicas identitarias y sociales, aprendizajes y sentidos, en relación con la clasificación de los aprendizajes según la tipología propuesta por Charlot (2009). Esta estrategia permitió analizar con mayor precisión cómo los dos casos jerarquizan y construyen sentido en su relación con el saber astronómico.

3. Resultados y Análisis.

3.1 La observación de un eclipse, una experiencia única

El eclipse fue observado en las siguientes condiciones: para el caso de la observación desde México, la estudiante recibió instrucciones sobre cómo observar el eclipse dadas por personal del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) de la Universidad de Guadalajara, el cual, como señala la estudiante, proporcionó todo el material de observación (gafas, telescopios, cajas), garantizando una observación segura y dando la oportunidad a las personas para que se acercaran a observar. La observación que realizó la estudiante fue indirecta, por lo que manifiesta “se hace un pequeño orificio en una hoja de cartulina oscura y apuntarla hacia el Sol”; en el proceso descrito se proyecta la imagen del disco solar en el suelo o en una superficie blanca. Durante el eclipse solar, se puede ver cómo la Luna bloquea gradualmente el Sol mediante este método. Las siguientes fotografías, tomadas por la estudiante, evidencian la observación indirecta del eclipse, identificando cómo la Luna bloquea gradualmente al Sol.

Figura 2

Observación indirecta.

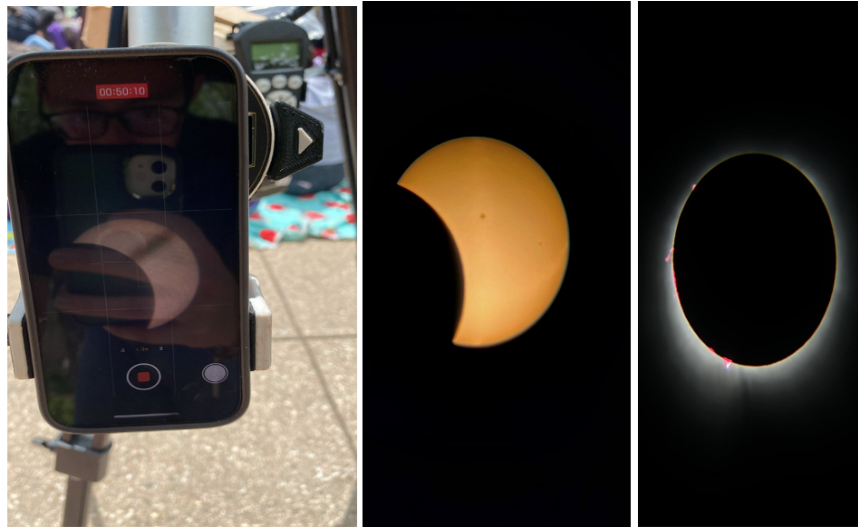


Nota: Observación indirecta desde Guadalajara, México del eclipse 8 de abril de 2024. **Fuente:** imágenes registradas por la estudiante de Licenciatura en Física participante.

Para el caso de la observación desde Dallas, la misma se realizó desde la Plaza de los Fundadores y contaba con un telescopio Celestron Refractor 90t. Durante la observación, el estudiante fue entrevistado por el *Dallas Morning News*, que es un periódico local. Las siguientes fotografías tomadas por el estudiante, evidencian parte del eclipse y además características como manchas solares. El estudiante señala: “se puede identificar la corona solar, la actividad solar y las perlas de baileys”.

Figura 3

Observación directa desde Dallas.



Nota: Observación directa desde Dallas del eclipse 8 de abril de 2024 empleando el telescopio Celestron Refractor 90t. **Fuente:** imágenes registradas por el estudiante de Física participante.

En nuestro caso, nos interesamos por la motivación que tienen el y la estudiante que observaron el eclipse para acercarse a la Astronomía. El estudiante de Física señaló que su motivación recae en la *“Curiosidad por entender los fenómenos celestes”*, lo cual lo llevó a interesarse por la Astronomía; y la estudiante de Licenciatura en Física respondió: *“Al estudiar Física he tenido múltiples acercamientos a la Astronomía desde mis cursos de óptica y mecánica”*.

Ambos estudiantes manifestaron haber tenido una experiencia anterior con relación a la observación de un eclipse, y coincidieron en señalar el eclipse del 14 de octubre de 2023, un eclipse solar anular, fenómeno en el cual el Sol es bloqueado parcialmente, y que se podía observar desde varias zonas de Colombia.

Expresaron haberlo observado con gafas para eclipse desde Bogotá y desde el desierto de la Tatacoa en el departamento del Huila. El estudiante y la estudiante identificaron el origen de sus diversos conocimientos astronómicos en sus experiencias al haber cursado varios espacios académicos que involucraban conceptos propios de la Astronomía, señalaron experiencias familiares y se remontaron a la experiencia escolar.

3.2 El origen de sus conocimientos astronómicos, balances de saber

Nos hemos interesado en indagar, en la dimensión subjetiva de la relación con el saber, respecto del origen de sus propios conocimientos astronómicos, como lo señalan para el caso de las Matemáticas Broitman y Charlot (2014). Por medio del balance de saber preguntamos lo siguiente:

En relación con la Astronomía, desde que naciste aprendiste muchas cosas, en tu casa, en el barrio, en la escuela y en otros lugares:

a) ¿Qué? b) ¿Con quién? c) ¿Qué es lo más importante para ti? Y ahora, d) ¿Qué estás esperando aprender?

La estudiante señaló en relación con el aprendizaje de la Astronomía:

“En casa aprendí que las estrellas se ven mejor en el campo (por la poca contaminación lumínica), que la Luna tiene diferentes fases y por eso la vemos diferente cada día, también que la Tierra se mueve sobre sí misma y alrededor del sol. Lo aprendí con mi mamá... son conocimientos muy básicos, pero que generaron en mí curiosidad por aprender más sobre el universo”.

La estudiante compartió que en casa aprendió conceptos básicos de Astronomía, como la visibilidad de las estrellas en el campo, las fases de la Luna y el movimiento de la Tierra. Esta curiosidad se profundizó en la escuela, donde formalizó sus conocimientos sobre el sistema solar, eclipses y mecánica celeste con la ayuda de sus docentes. Consideró crucial este paso del conocimiento general al formal, y expresó interés en aprender más sobre observación astronómica y mecánica celeste de forma más detallada.

Al *balance de saber* el estudiante contestó:

“He aprendido sobre Astronomía de posición, Astrofísica y misiones espaciales, así como el manejo de equipos de observación. En el colegio conocía solo los objetos del sistema solar, pero luego, usando aplicaciones de mapas celestes, pude identificar otros objetos. En junio de 2023, me uní al semillero de Astronomía de la universidad, donde aprendí a localizar asteroides y a armar telescopios. También descubrí otros equipos como prismáticos. Durante el periodo 2022-3, en la materia de Astronomía general, aprendí sobre coordenadas celestes y astronomía de posición. Además, hice un curso de Astronomía extra galáctica, donde identifiqué galaxias y aprendí a interpretar el diagrama de Hertzsprung-Russell. En el periodo 2023-2, profundicé en mapas celestes y tuve una introducción a la mecánica celeste y la astrofísica”.

Se evidencia en la descripción del estudiante respecto del origen de sus conocimientos astronómicos la relación epistémica con el saber concentrada en los diferentes espacios académicos cursados en instituciones de educación superior, asimismo el aprendizaje en familia, en la escuela y en los grupos de estudio llamados “semilleros”, que contribuyen en la configuración de la relación social con el saber, y finalmente el autoaprendizaje revela la movilización hacia el saber, en particular el saber astronómico, que participa en la configuración de la relación identitaria.

3.3 *El sentido de observar el eclipse*

Bernard Charlot analiza cómo el deseo se integra en los procesos de aprendizaje y socialización en la educación y plantea que la cuestión es entender cómo se pasa del deseo de saber (como búsqueda de goce) a la voluntad de saber. Destaca que el deseo influye significativamente en la movilización y el compromiso estudiantil, influenciado por factores sociales y educativos y argumenta que los sistemas educativos deben reconocer y responder al deseo del estudiantado para facilitar un aprendizaje significativo y participativo, promoviendo así el desarrollo integral y la autonomía (Charlot, 2008). Su perspectiva subraya la importancia de ajustar las prácticas educativas para transformar la motivación en movilización e influir en el compromiso estudiantil.

También señala “Solo hay sentido de deseo” (Charlot, 2008). Desde esta perspectiva, preguntamos a la y el estudiante ¿Qué sintió realizando la observación del eclipse?

El estudiante de Física expresó su gran felicidad y orgullo por el esfuerzo de viajar a un lugar donde pudo observar un eclipse solar total. Por su parte, la estudiante de Licenciatura compartió que fue emocionante estar tan cerca del fenómeno, aunque el cambio brusco de temperatura (de casi 30 a 20 grados) le provocó malestar por un rato.

En la entrevista, el estudiante expresó que ver el eclipse tenía sentido para él porque experimentó el día convirtiéndose en noche, lo cual valió la pena. Recordó su frustración al ver desde Colombia el eclipse del 2 de julio de 2019 por televisión y su *determinación* de no perderse la próxima oportunidad. Por otro lado, la estudiante comentó que el eclipse fue especialmente significativo en México, donde se pudo ver al 100% en Mazatlán y aproximadamente al 90% en Guadalajara. Para ella, fue la primera vez que observó los efectos del eclipse en los animales, el clima y la luz, lo que despertó su interés. La estudiante observó que, al oscurecer durante el eclipse, las aves buscaron refugio en los árboles, señalando: *“Cuando la luz volvió, parecían desorientadas”*.

En este punto es importante señalar que las respuestas señalan felicidad y emoción y, desde la perspectiva de Charlot, el eclipse como fenómeno observado puede satisfacer deseos, producir placer, dar sentido. Con la intención de retomar preguntas sobre el sentido, preguntamos ¿Qué opinión tienes de la observación del eclipse solar que realizaste?

La estudiante destacó que la observación fue enriquecedora gracias al IAM, que proporcionó materiales como gafas y telescopios, lo que permitió que muchas personas pudieran participar de manera segura. El estudiante agregó que fue una experiencia fascinante y única, que solo se vive una vez en la vida.

Al preguntar sobre sus impresiones, el estudiante describió lo que vio como *“único y precioso”*, mientras que la estudiante comentó que, como personas formadas en Física, consideran el evento emocionante y siempre sorprendente. La estudiante mencionó que hubo un excelente acompañamiento docente durante la observación del eclipse, lo que fue valioso, ya que la mayoría de quienes participaban tenían formación en ingeniería y no solo eran estudiantes de Física. El profesorado que acompañó la observación resolvió dudas y se aseguró que todos tuvieran los materiales necesarios, y ella ofreció compartir el material diseñado para el proceso. Se observa que la estudiante establece su relación con el saber a través del Instituto de Astronomía y Meteorología, lo que resalta la dimensión social del conocimiento. Por su parte, el estudiante refuerza su conexión personal con el saber al describir el eclipse como *“una experiencia única que solo se vive una vez en la vida”* y menciona su vivencia de *“ver el día convertirse en noche”*.

3.4 La relación epistémica, social e identitaria con el saber astronómico

La relación epistémica de la y el estudiante se refleja en sus respuestas sobre la observación del eclipse solar. El estudiante de Física mencionó que descubrió aspectos sobre la actividad solar que desconocía antes del eclipse. La estudiante, por su parte, se sorprendió de que el oscurecimiento fuera tan notable, incluso con un 90% de cobertura, lo que comprendió al vivenciar la Luna tapando al sol. Además, el estudiante destacó características observables durante el eclipse, como las manchas solares, la corona solar, la actividad solar y las perlas de Baily.

Ambos coincidieron en la importancia de observar eclipses para entender y estudiar el sol y su impacto en la atmósfera. Además, mencionaron que se pueden tomar datos sobre las propiedades del sol y la atmósfera durante estas observaciones.

Es importante señalar, que no se cuenta con registros fotográficos equivalentes en ambos puntos de observación, esto derivado de la diferencia en los métodos de observación directos caso del estudiante e indirecto caso de la estudiante, lo cual constituye una limitación del estudio, pero refuerza el carácter narrativo y experiencial del análisis.

La relación epistémica estudiantil con el saber astronómico, mediada por la observación del eclipse, se caracteriza por su aprendizaje activo y autónomo anterior al eclipse en diversos espacios académicos relacionados con la Astronomía. Este conocimiento se ve influenciado por el contexto académico y las experiencias prácticas, como la observación del eclipse y constelaciones no visibles en sus latitudes de origen. El estudiante mencionó que identificó por primera vez la constelación de la Osa Menor, destacando a Polaris en su cola, y acompañó su comentario con una foto.

Figura 4

La Osa Menor



Nota: La Osa Menor. **Fuente:** imagen tomada por el estudiante desde Dallas-Texas

El saber adquirido por la y el estudiante a través de la observación del eclipse se sitúa en el tiempo y el espacio, ya que se considera un fenómeno "único" y "fascinante" que se vive una vez en la vida. La estudiante construye su relación epistémica con el saber astronómico influenciada por el contexto del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) y sus experiencias previas en la observación del cielo, que involucran tanto a la escuela como a la familia. El IAM facilita interacciones significativas entre observadores y docentes, promoviendo una construcción compartida del conocimiento y asegurando condiciones de observación seguras. Además, el estudiante se beneficia de sus cursos universitarios previos y de la interacción con su semillero de Astronomía, lo que refuerza su relación cambiante con la Astronomía.

La relación identitaria con el saber astronómico se evidencia en el estudiante cuando asume su rol de astrónomo en la entrevista dada al periódico local, de la cual enfatiza:

“Me fue muy bien, tengo una columna en Dallas Morning News, disfruté bastante”

La afirmación resalta que la identidad del estudiante no es estática, subrayando la importancia de sentirse reconocido en el contexto del eclipse. La interacción con el saber astronómico redefine su identidad, evidenciado en su declaración sobre la actividad solar que desconocía antes del eclipse, convirtiendo esta experiencia en un logro “*en positivo*”. Para la estudiante, observar el eclipse marca su primera vez viendo sus efectos, describiéndolo como un evento emocionante que contribuye significativamente a su formación identitaria como física.

4. Conclusiones

En este estudio se exploró la relación con el saber astronómico que construyen dos estudiantes universitarios, un estudiante de Física y una estudiante de Licenciatura en Física, a partir de la observación del Gran Eclipse Solar de América del Norte del 8 de abril de 2024, vivida en dos contextos geográficos y educativos distintos: Dallas (Estados Unidos) y Guadalajara (México). El análisis permitió comprender cómo esta experiencia singular moviliza dimensiones epistémicas, identitarias y sociales del saber, en estrecha relación con las trayectorias educativas y personales de los participantes.

En el plano epistémico, ambos estudiantes desarrollaron formas diferenciadas de observación astronómica, acordes a las condiciones situadas de cada experiencia. La estudiante realizó una observación indirecta mediante cámara oscura, destacando el proceso técnico: “se hace un pequeño orificio en una hoja de cartulina oscura y se apunta hacia el Sol”, lo que le permitió comprender cómo la Luna bloquea progresivamente el disco solar. Por su parte, el estudiante efectuó una observación directa con un telescopio refractor, desde la cual identificó fenómenos específicos como “las manchas solares, la corona solar, la actividad solar y las perlas de Baily”. Estas descripciones evidencian una relación activa con el saber astronómico, que integra procedimientos, instrumentos y conceptos científicos aprendidos previamente en espacios universitarios y extracurriculares.

La dimensión identitaria se expresa en el sentido personal que ambos atribuyen a la experiencia del eclipse. El estudiante de Física señaló que su motivación se funda en la “curiosidad por entender los fenómenos celestes” y describió la observación como “una experiencia única que solo se vive una vez en la vida”, resaltando el valor simbólico de “ver el día convertirse en noche”. Esta vivencia resignifica una experiencia previa de frustración al no haber podido observar plenamente el eclipse de 2019 desde Colombia, transformando el deseo de saber en una movilización efectiva.

En el caso de la estudiante, la observación fue significativa por su carácter vivencial y corporal: “empezó a oscurecer, bajó la temperatura y las aves buscaron refugio; cuando volvió la luz parecían desorientadas”. Su relato muestra una comprensión del eclipse que trasciende la explicación geométrica del fenómeno e incorpora percepciones ambientales y sensoriales, configurando una experiencia identitaria situada.

Desde la dimensión social, el saber astronómico aparece mediado por instituciones, actores y prácticas colectivas. La estudiante destaca el papel del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara, que proporcionó materiales y acompañamiento experto, permitiendo una observación segura y compartida: “fue enriquecedor porque nos dieron gafas, telescopios y explicaciones”. Esta mediación institucional fortalece su relación social con el saber. En el caso del estudiante, la dimensión social se amplía a la divulgación científica, al ser entrevistado por un medio de comunicación local, experiencia que refuerza su reconocimiento como sujeto vinculado al campo astronómico: “me fue muy bien, disfruté bastante”.

En conjunto, los resultados muestran que la observación del eclipse no se limita a la adquisición de conocimientos conceptuales, sino que constituye una experiencia formativa integral, en la que el saber astronómico se construye como una relación situada, temporal y encarnada. En coherencia con Charlot (2008), el aprendizaje se inscribe en el cuerpo, en el deseo y en la historia del sujeto, y no solo en la apropiación abstracta de contenidos. Ambos estudiantes pasan de una definición teórica del eclipse a una percepción vivida del fenómeno, articulando emociones, conocimientos, prácticas y vínculos sociales.

Finalmente, esta investigación pone en evidencia que experiencias astronómicas singulares, como la observación de un eclipse, favorecen la construcción de una relación con el saber astronómico más compleja y significativa, al articular percepciones cotidianas con modelos científicos, tal como señalan Ferreira y Leite (2015). Asimismo, refuerza la pertinencia de promover propuestas educativas que integren la observación astronómica situada y reflexiva, permitiendo al estudiantado construir sentido, identidad y compromiso en su relación con el saber.

5. Contribución de autores

Las autoras y el autor contribuyeron en todas las fases de este estudio.

6. Declaración de fuentes de financiación

El autor agradece a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Bogotá Colombia, por horas en su plan de trabajo. A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Processos: 2025/03950-7, 2022/06977-5 e 2023/10662-2, pelos financiamentos à pesquisa. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC-USP)

7. Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este trabajo, las autoras y el autor no utilizaron inteligencia artificial generativa o tecnologías asistidas por IA, ni durante la elaboración del manuscrito

8. Declaración de conflicto de intereses

Las autoras y el autor declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

9. Referencias

- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no ensino fundamental: Natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores* (Tesis doctoral, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo.
- Broitman, C., & Charlot, B. (2014). La relación con el saber: Un estudio con adultos que inician la escolaridad. *Educación Matemática*, 26(3), 7–35. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.8373/pr.8373.pdf
- Camino, N. (2012). La didáctica de la astronomía como campo de investigación e innovación educativas. En P. Bretones (Comp.), *Actas electrónicas del I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA I)*. Río de Janeiro, Brasil. https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011_Palestra_Camino.pdf
- Camino, N. (2021). Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(1). <https://doi.org/10.14483/23464712.16609>
- Cardona, G., Cordero, S., & Leite, C. (2024). La relación con el saber astronómico: Un asunto antiguo, una expresión reciente. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19(3), 394–397. <https://doi.org/10.14483/23464712.22715>

- Cavalcanti, C. J., & Nardi, R. (2021). Contribuições de um curso de formação continuada para a prática docente no ensino de astronomia. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(2), 115–122. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35184>
- Charlot, B. (2008). *Las relaciones con el saber: Elementos para una teoría*. Libros del Zorzal.
- Della-Rose, D., Carlson, D., La Harpe, K., Novotny, S., & Polsgrove, D. (2018). Exoplanet science in the classroom: Learning activities for an introductory physics course. *The Physics Teacher*, 56, 170–173. <https://doi.org/10.1119/1.5025299>
- Ferreira, F., & Leite, C. (2015). A forma e os movimentos da Terra: Percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (19), 123–146. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2015.19.123>
- Fonseca, J., Monroy, A., & Cardona, G. (2024). Perturbations of planetary orbit parameters due to decreasing stellar mass and the expansion of the universe from a classical approach. *Revista Mexicana de Física E*, 21(2), 020202. <https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.21.020202>
- Klein, A. E., de Mello Arruda, S., Passos, M. M., & Zapparoli, F. V. D. (2010). Os sentidos da observação astronômica: Uma análise com base na relação com o saber. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (10), 37–54. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2010.10.037>
- Lanciano, N., & Camino, N. (2008). Del ángulo de la geometría a los ángulos en el cielo: Dificultades para la conptualización de las coordenadas astronómicas acimut y altura. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 77–92. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v26-n1-lanciano-camino>
- Langhi, R. (2009). Educação em astronomia e formação continuada de professores: A interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (7), 15–30. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2009.07.015>
- Langhi, R., & Nardi, R. (2008). Ensino de astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87–111. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055>
- Langhi, R., & Nardi, R. (2010). La formación docente y sus conocimientos disciplinares en astronomía esencial en los primeros años de la escuela primaria. *Ensayo: Investigación en Educación Científica*, 12(2), 205–224. <https://www.scielo.br/j/epec/a/rBkGV5RCPZbFxfX6mBP5hgD/>
- Leite, C. (2002). *Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia* (Tesis de maestría, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo.
- Leite, C. (2006). *Formação do professor de ciências em astronomia: Uma proposta com enfoque na espacialidade* (Tesis doctoral, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05062007-110016/>
- Leite, C., & Hosoume, Y. (2007). Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (4), 47–68. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2007.04.047>
- Leite, C., & Hosoume, Y. (2009). Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 797–81. https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen08/ART3_Vol8_N3.pdf
- Leite, C., Huaman, R. P., Silva, A. C., & Santos, R. G. (2021). Importância e justificativas para o ensino de astronomia na educação básica: Um olhar para as pesquisas. En *Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 153–156). Lisboa, Portugal.
- Márquez-Fernández, M., Ametller, J., Jiménez-Liso, M. R., & López-Gay, R. (2025). Exploring undergraduate students' emotions and learning self-perceptions in connection with different types of instructional approaches in the context of daytime astronomy. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-025-00703-7>
- Pinochet, J. (2019). Five misconceptions about black holes. *Physics Education*, 54, 055003. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab26c3>
- Romagnoli, C., & Sebben, V. (2021). Contenidos de física en investigaciones escolares referidas al eclipse solar 2019. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(2), 459–467. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n2.35299>
- Salimpour, S., Fitzgerald, M., & Eriksson, U. (2024). A descriptive overview of English-language publications in the field of astronomy education research, 1898–2022. *Astronomy Education Journal*. <https://doi.org/10.32374/AEJ.2024.4.1.140aer>

- Santos, L. B. T. dos, Santos, E. F. dos, & Neves, L. O. das. (2015). Ciência nas escolas: Observação e análise de um eclipse solar parcial. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (19), 43–55.
<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/207>
- Silva, A., & Leite, C. (2019). Uma análise das atividades de observação do céu no Projeto “Ação conjunta de observação do equinócio de março”. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 669–675.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26638>
- Soler, D. R. (2012). *Astronomía no currículo do Estado de São Paulo e nos PCN (Tesis de maestría, Universidade de São Paulo)*. Universidade de São Paulo. <https://repositorio.usp.br/item/002327718>
- Torres, Y. I., Arévalo, J. R., & González, M. H. (2012). The planetary motion and science history. *Latin American Journal of Physics Education*, 6(Suppl. 1). http://www.lajpe.org/mar22/16_1_08.pdf
- Valderrama, D. A., Guzmán Rodríguez, J. C., Umbarila Benavides, J. D., Camino, N. E., & González Pardo, L. M. (2024). Conocimientos sobre astronomía en estudiantes de educación secundaria en Colombia: una evaluación desde la fundación AstroDidax. Ed&TIC; *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(2), 243-274. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/243904>
- Vercellino, S. (2020). Sobre el dispositivo y su potencia para pensar lo escolar. En F. Acosta (Comp.), *Derecho a la educación y escolarización en América Latina* (pp. 97–118). Editorial Universidad Nacional de General Sarmiento. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/5430>
- Zambrano Leal, A. (2015). Relación con el saber: Fundamentos de una teoría en ciencias de la educación. *Educere*, 19(62), 57–68. ISSN: 1316-4910. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35641005005>



VALIDEZ DE CONTENIDO MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS EN RÚBRICAS EN EL CONTEXTO DE UN LABORATORIO SOBRE TEMAS DE MAGNETISMO

VALIDITY OF CONTENT BY EXPERT JUDGEMENT IN RUBRICS IN THE CONTEXT OF A LABORATORY ON MAGNETISM TOPICS

VALIDADE DO CONTEÚDO POR AVALIAÇÃO DE ESPECIALISTAS EM RUBRICAS NO CONTEXTO DE UM LABORATÓRIO SOBRE TEMAS DE MAGNETISMO

Vladimir Camelo Avedoy*^{ID}, Mario Humberto Ramírez Díaz**^{ID}
José Luis Santana Fajardo***^{ID}, Abigail Rojas-Glez****^{ID}

Camelo, V., Ramírez, M., Santana, J., Rojas-Glez, A. (2026). Validez de contenido mediante juicio de expertos en rúbrica en el contexto de un laboratorio sobre temas de magnetismo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. 1-11 e23292. <https://doi.org/10.14483/23464712.23292>

Resumen

En el campo de la física educativa, el uso de la taxonomía funcional de Ribes para el diseño de rúbricas es poco frecuente, especialmente en el área de magnetismo, donde no se reportan antecedentes de validación de tales instrumentos. El presente trabajo tiene como objetivo validar una rúbrica diseñada bajo los cinco niveles funcionales de dicha taxonomía: contextual, suplementario, selector, sustitutivo referencial y sustitutivo no referencial. El instrumento se desarrolló para evaluar el nivel de competencias en estudiantes de ingeniería que cursan el laboratorio de electromagnetismo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, México. La validez de contenido se determinó mediante juicio de expertos, evaluando pertinencia, claridad conceptual, niveles cognoscitivos, formato, redacción y terminología a través de una escala Likert de cinco puntos. Metodológicamente, se aplicó el procedimiento de Hernández-Nieto para el cálculo del Coeficiente de Validez de Contenido (CVC), siguiendo el protocolo implementado en investigaciones recientes sobre ciclos de aprendizaje. Los resultados obtenidos arrojaron valores de CVC situados entre 0.90963 y 0.95496. Estos indicadores se categorizan como "excelentes" para todos los niveles de complejidad de la taxonomía propuesta. Se concluye que el instrumento es válido y

* Maestro en Ciencias Física. Profesor titular A en Departamento de Física del CUCEI, U. de G., México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0119-3741>

** Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor titular C en CICATA-LEGARIA-IPN, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3459-2927>

*** Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor asociado C en departamento de Física del CUCEI, U. de G., México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7048-2648>

**** Master of Philosophy, Profesor titular C en Departamento de Física del CUCEI, U. de G., México. abigail.rojas@academicos.udg.mx – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2051-8328>

pertinente para la evaluación de competencias en el contexto experimental del magnetismo.

Palabras Clave: Rúbrica; competencias; magnetismo; juicio de expertos; coeficiente de validez de contenido.

Abstract

In the field of physics education, the application of Ribes' functional taxonomy for rubric design remains uncommon. Specifically, within the area of magnetism, there is a lack of published literature regarding the development and validation of such assessment instruments. This study aims to validate a rubric based on Ribes' five functional levels: contextual, supplementary, selector, referential substitutive, and non-referential substitutive. The instrument was designed to assess the level of competency development in undergraduate engineering students at the electromagnetism laboratory of the University Center of Exact Sciences and Engineering (CUCEI), University of Guadalajara, Mexico. Content validity was established through expert judgment, evaluating relevance, conceptual clarity, cognitive levels, format, wording, and terminology using a 5-point Likert scale. Methodologically, the Content Validity Coefficient (CVC) was calculated following Hernández-Nieto's procedure, a benchmark used in recent educational research. Results showed CVC values ranging from 0.90963 to 0.95496, which are classified as "excellent" across all complexity levels of the taxonomy. These findings demonstrate that the rubric is a highly valid and reliable tool for assessing competencies in magnetism laboratory settings.

Keywords: Rubric; skills; magnetism; expert judgment; content validity coefficient

Resumo

No campo da física educativa, o uso da taxonomia funcional de Ribes para o desenho de rubricas é pouco frequente, especialmente na área do magnetismo, onde não se encontram antecedentes de validação de tais instrumentos. O presente trabalho tem como objetivo validar uma rubrica desenvolvida com base nos cinco níveis funcionais desta taxonomia: contextual, suplementar, seletor, substitutivo referencial e substitutivo não referencial. O instrumento foi concebido para avaliar o nível de competências de estudantes de engenharia no laboratório de eletromagnetismo do Centro Universitário de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade de Guadalajara, México. A validade de conteúdo foi determinada mediante julgamento de especialistas, avaliando pertinência, clareza conceitual, níveis cognitivos, formato, redação e terminologia através de uma escala Likert de cinco pontos. Metodologicamente, aplicou-se o procedimento de Hernández-Nieto para o cálculo do Coeficiente de Validade de Conteúdo (CVC). Os resultados obtidos apresentaram valores de CVC entre 0,90963 e 0,95496, categorizados como "excelentes" para todos os níveis de complexidade da taxonomia proposta. Conclui-se que o instrumento possui alta validade e confiabilidade para a avaliação de competências no contexto experimental do magnetismo.

Palavras-Chave: Rubrica; competências; magnetismo; julgamento de especialistas; coeficiente de validade de conteúdo

1. Introducción

En el ámbito de la física educativa, la evaluación del aprendizaje es un proceso sistemático que permite recolectar y analizar datos para fundamentar juicios sobre el progreso de los estudiantes (Sierra, 2023; Fernández, 2017). Tradicionalmente, este proceso se ha apoyado en taxonomías como las de Bloom, Marzano y Kendall, o el modelo SOLO, las cuales cuentan con un amplio recorrido en temas de electricidad y magnetismo (Venier et al., 2019; Garzón, 2023). No obstante, la taxonomía funcional de Ribes (Ribes, 1985; Ribes-Iñesta, 2008), que plantea que el comportamiento es resultado de la interacción de un sujeto con su medio en distintos niveles de complejidad, ha sido escasamente explorada en la enseñanza de las ciencias físicas.

A pesar de que González (2007) realizó una adaptación de esta taxonomía en cursos de electromagnetismo, el área específica de magnetismo carece de antecedentes robustos. En la Universidad de Guadalajara (U. de G.), bajo el modelo de formación por competencias —influenciado por el proyecto Tuning en América Latina (Ramírez, 2018)—, es imperativo contar con instrumentos que midan no sólo el conocimiento disciplinar, sino también las dimensiones metodológicas y actitudinales. En este contexto, surge la necesidad de diseñar e implementar matrices de evaluación (rúbricas) que permitan identificar el nivel de logro de los estudiantes en los laboratorios experimentales.

Sin embargo, el diseño de una rúbrica no es suficiente; su utilidad depende de su calidad técnica, específicamente de su validez y confiabilidad. Como señalan Medina-Díaz y Verdejo-Carrión (2020), en la práctica docente suele asumirse la validez de los instrumentos de forma tácita, omitiendo la evidencia técnica necesaria. La validez de contenido, definida como el juicio lógico sobre la correspondencia entre los rasgos del aprendizaje y lo incluido en la prueba (García, 2002), es un requisito indispensable para que un instrumento sea considerado confiable.

Para subsanar esta carencia, el presente trabajo se centra en la validación mediante juicio de expertos de una rúbrica diseñada bajo los cinco niveles funcionales de Ribes: contextual, suplementario, selector, sustitutivo referencial y sustitutivo no referencial. Para ello, se emplea el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) propuesto por Hernández-Nieto (2002; 2024). A diferencia de otros coeficientes como Kappa o Pearson, el CVC es un método robusto que mide simultáneamente la validez de contenido y el nivel de acuerdo entre jueces, permitiendo refinar los ítems mediante criterios de pertinencia, claridad conceptual y redacción (Sánchez, 2021).

Bajo este marco, el presente estudio busca dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿en qué medida la rúbrica diseñada a partir de la taxonomía de Ribes evalúa con precisión el constructo de interés en el laboratorio de magnetismo? El objetivo principal es, por tanto, determinar la validez de contenido de dicho instrumento, proporcionando una herramienta técnica y rigurosa para la evaluación de competencias en ingeniería.

Los saberes que integran la competencia del Laboratorio de Electromagnetismo se presentan en la *Tabla 1*, organizados en tres dimensiones fundamentales: cognitiva (*conocimientos*), procedimental (*habilidades*) y actitudinal (*actitudes y valores*). La dimensión del *conocimiento* abarca las leyes fundamentales del magnetismo, desde la Ley de Biot-Savart hasta la inducción de Faraday. Por su parte, la dimensión de habilidades se centra en la capacidad analítica y la comunicación científica, mientras que el eje de actitudes y valores prioriza el trabajo colaborativo y la seguridad en el laboratorio.

Tabla 1

Saberes de programa de Laboratorio de Electromagnetismo

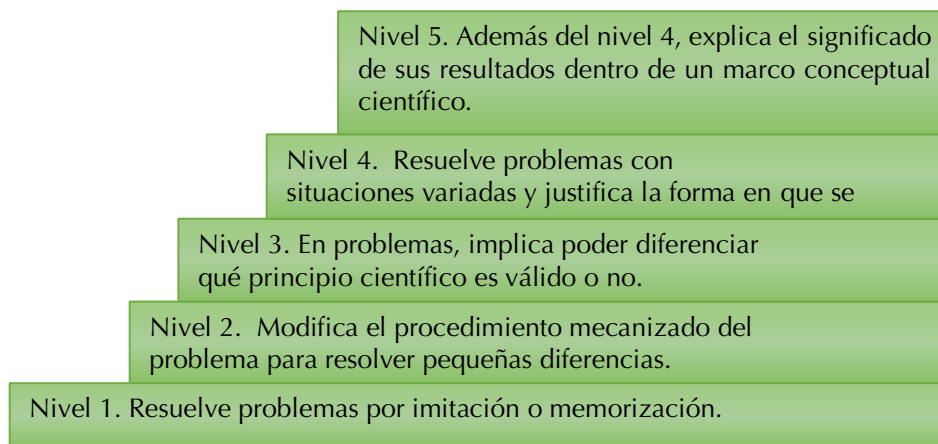
Conocimiento (Saber)	Habilidades (Saber hacer)	Actitudes y valores (Saber ser)
-Medición de campos magnéticos de bobinas y toroides.	-Analiza y relaciona los datos obtenidos.	-Trata con respeto a sus pares.
-Aplica interacción entre bobinas e imanes.	- Expresa, redacta y comunica con sustento científico.	-Propone y negocia para trabajar en equipo.
-Ley de Gauss del magnetismo y Ley de Biot- Savart.		-Hace buen uso del equipo y del mobiliario del laboratorio
-Ley de Ampere.		-.
-Ley de inducción de Faraday.		

Nota: Los saberes que integran la competencia del Laboratorio de Electromagnetismo se presentan organizados en tres dimensiones fundamentales: cognitiva (conocimientos), procedimental (habilidades) y actitudinal (actitudes y valores). Fuente: Programa del Laboratorio de Electromagnetismo aprobado en la Academia de Electromagnetismo del Departamento de Física del Centro universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

De estos saberes se derivaron los indicadores que posteriormente fueron sometidos al juicio de expertos para validar su pertinencia.

Figura 1

Niveles de complejidad alcanzados con base en la taxonomía de Ribes.



Nota: La operacionalización de los saberes descritos en la Tabla 1 se realizó mediante la escala jerárquica de la taxonomía de Ribes mostrada en la Figura 1 (Ribes e Iñesta, 1985). Fuente: Adaptado de Rodríguez, M. E. (2000, mayo). Hacia una taxonomía funcional del aprendizaje útil en la elaboración de exámenes objetivos [Ponencia]. Foro-taller de políticas y criterios para exámenes de academia, CUCEI, Universidad de Guadalajara, México.

Esta integración permitió que cada descriptor de la rúbrica no sólo evaluará la presencia del conocimiento, sino la complejidad funcional de la interacción del estudiante con el objeto de estudio.

A continuación, se describe la lógica de progresión utilizada para la construcción de los descriptores de desempeño:

1. *Nivel Contextual (1)*: El estudiante identifica o reproduce las leyes (ej. Ley de Biot-Savart) mediante la memoria o la imitación de un procedimiento estándar sin ajustes.
2. *Nivel Suplementario (2)*: El estudiante realiza mediciones y ajustes instrumentales básicos ante variaciones menores en el montaje del laboratorio, demostrando una adaptación procedimental.
3. *Nivel Selector (3)*: Ante un fenómeno magnético específico, el estudiante discrimina y elige la ley o el principio científico adecuado (ej. elegir entre la Ley de Ampere o la de Faraday) para abordar el problema.
4. *Nivel Sustitutivo Referencial (4)*: El estudiante resuelve problemas en contextos experimentales variados, justificando técnicamente sus decisiones y vinculando los datos obtenidos con la teoría física.
5. *Nivel Sustitutivo no Referencial (5)*: El estudiante trasciende la resolución del caso particular para explicar el comportamiento del sistema magnético dentro de un marco conceptual amplio, siendo capaz de proponer generalizaciones o reflexiones teóricas sobre los resultados.

Esta estructura asegura que la evaluación sea acumulativa; es decir, para que un estudiante alcance un desempeño de Nivel 4 (Sustitutivo Referencial) en el saber de "Medición de campos magnéticos", primero debe haber demostrado dominio en los niveles previos de identificación, ajuste y selección de principios.

Para ilustrar la transposición didáctica, la *Tabla 2* muestra el descriptor de desempeño diseñado para evaluar el dominio de la Ley de Ampere.

Tabla 2

Ejemplo de indicadores de la rúbrica según niveles funcionales.

Nivel Funcional	Descriptor de Desempeño (Indicador)
1. Contextual	Ejemplifica el concepto y las propiedades de la circulación de la intensidad del campo magnético en un contorno cerrado en proporción a la corriente que lo atraviesa.
2. Suplementario	Utiliza el concepto y propiedades de la circulación de la intensidad del campo magnético en un contorno cerrado en proporción a la corriente que lo atraviesa de un ejemplo que ha sido empleado en clase y se ha cambiado los valores o datos proporcionados, pero sin alterar la secuencia del procedimiento.
3. Selector	Soluciona una situación problema empleando criterios de validez contenidos en el concepto y propiedades de la circulación de la intensidad del campo magnético en un contorno cerrado en proporción a la corriente que lo atraviesa.
4. Sustitutivo Referencial	Resuelve una situación problema que ha sido modificada utilizando la relación de la corriente que atraviesa un contorno cerrado con la intensidad del campo magnético, así como sus conceptos y propiedades introduciendo nuevos elementos que son necesarios.
5. Sustitutivo no Referencial	Resuelve una situación problema real o simulada juzgando y justificando el uso de concepto y propiedades de la circulación de la intensidad del campo magnético en un contorno cerrado en proporción a la corriente que lo atraviesa. Introduce nuevos elementos de otras disciplinas científicas necesarias para resolverlo.

Nota: Descriptor de desempeño diseñado para evaluar el dominio de la Ley de Ampere. Fuente: Elaboración propia.

La redacción de estos descriptores permitió que los jueces expertos evaluaran no solo si el contenido técnico era correcto, sino si la progresión de la complejidad funcional era coherente con los objetivos de aprendizaje del laboratorio. Esta estructura jerárquica facilita al docente identificar el 'techo' de desempeño de cada estudiante, permitiendo una evaluación más precisa que la asignación de un puntaje tradicional.

Para ver rúbrica completa consultar:

https://drive.google.com/file/d/1U14LvWR4rsYIMPTaywhe-psA7SL7H_Zy/view?usp=sharing

2. Metodología

Para validar la matriz de evaluación y determinar la pertinencia y relevancia de sus ítems, se empleó el método propuesto por Hernández-Nieto 2002; 2024, el cual consiste en la revisión por parte de los expertos para que un instrumento apruebe ciertos requisitos y se tenga mayor seguridad de que el instrumento aplicado sea el adecuado (Sánchez, 2021).

El análisis de los datos se realizó mediante software de hoja de cálculo, aplicando las ecuaciones de Hernández-Nieto (2024). El *CVC* se determinó promediando las valoraciones de los jueces por ítem y aplicando la corrección por concordancia aleatoria mediante las siguientes expresiones:

$$CVC_i = \frac{M_x}{V_{max}} \quad (1)$$

donde M_x corresponde al valor promedio de los jueces expertos por nivel y V_{max} el valor máximo que puede alcanzar la escala. Adicional a ello, es necesario calcular el error asignado a cada nivel (Pe_j), reduciendo el posible sesgo introducido por alguno de los jueces y se obtiene mediante

$$Pe_j = \left(\frac{1}{j}\right)^j \quad (2)$$

donde j es el número de jueces expertos participantes. Posteriormente, el *CVC* se calcula de la siguiente manera (Hernández-Nieto, 2002; Hernández-Nieto, 2024; Sierra, 2023; Pedrosa, 2014).

$$CVC = CVC_i - Pe_j \quad (3)$$

Donde i representa es el número de ítem.

El *CVC* toma valores de 0 a 1. Un valor igual a 1 o superior a 0.7, con respecto a la concordancia y validez, se considera de excelente a aceptable. Un valor menor a 0.60, se considera inaceptable. En la tabla 3 se muestra los rangos e interpretaciones de los distintos valores del *CVC* de una forma más detallada (Hernández-Nieto, 2002). Hernández-Nieto (2024) recomienda mantener únicamente los ítems cuyo valor del coeficiente sea superior a 0.80.

Tabla 3

Interpretación del cálculo del *CVC*.

Valor de CVC	Interpretación de la validez y concordancia
mayor que 0.90	Excelente
mayor que 0.80 y menor o igual a 0.90	Buena
mayor que 0.70 y menor o igual que 0.80	Aceptable
igual o mayor de 0.60 y menor o igual que 0.70	Deficiente
menor que 0.60	Inaceptable

Nota: Rangos de los valores de los CVC e interpretaciones de la validez y concordancia, de acuerdo a los rangos. Fuente: Hernández-Nieto, R. (2024). Instrumentos de Recolección de Datos en Ciencias Sociales y Ciencias Biomédicas. Universidad de Los Andes.

Para establecer el CVC se consideran los puntajes otorgados de cada juez sobre cada uno de los ítems del instrumento. El CVC total se precisa como el promedio de los CVC de cada ítem; a cada uno de ellos se le corrige por concordancia aleatoria entre jueces (Hernández-Nieto, 2024).

2.1. Muestra

El coeficiente de validez de contenido o CVC se obtiene por medio de cada uno de los puntajes de jueces sobre cada elemento y sobre la validez de contenido de todo el instrumento a partir del nivel de concordancia entre los jueces. Hernández-Nieto recomienda un mínimo de 3 jueces y un máximo de 5.

Se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia (Hernández-Sampieri, 2018) integrada por tres expertos con grado de doctorado y formación en ingeniería. Los jueces poseen una sólida trayectoria en investigación educativa y docencia en física:

- Experto 1 (U. de G.): 36 años de experiencia.
- Experto 2 (UAEH): 18 años de experiencia.
- Experto 3 (UAN): 26 años de experiencia.

La rúbrica fue digitalizada mediante herramientas de gestión de encuestas para facilitar la evaluación remota. Se solicitó a los jueces valorar cada nivel de complejidad bajo seis criterios: pertinencia, claridad conceptual, niveles cognoscitivos, formato, redacción y terminología. Se utilizó una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 representa "Muy en desacuerdo" y 5 "Muy de acuerdo".

- Muy en desacuerdo (1 punto)
- En desacuerdo (2 puntos)
- Indeciso (3 puntos)
- De acuerdo (4 puntos)
- Muy de acuerdo (5 puntos)

Tras la recolección de datos, se habilitó un espacio para observaciones cualitativas que permitiera el refinamiento del instrumento. Por ejemplo, a sugerencia de uno de los jueces, se precisó el saber "Hace buen uso del equipo" integrando la cláusula "sin poner en riesgo a sus compañeros", fortaleciendo así la dimensión ética y de seguridad en la competencia de actitudes y valores.

3. Resultados

El análisis de las valoraciones de los jueces se realizó mediante el procesamiento de los datos en hojas de cálculo, estructurando la información por niveles de complejidad funcional (Ribes) y criterios de evaluación. Para garantizar una interpretación precisa, se aplicaron las fórmulas de Hernández-Nieto, permitiendo cuantificar el grado de consenso y validez.

Como fase inicial, se calcularon las medias de las puntuaciones otorgadas por los jueces en cada nivel, considerando un puntaje máximo de 25 puntos por bloque evaluado. A modo de ilustración, la *Tabla 3* refleja las valoraciones del Juez 3 sobre el saber “Medición de campos magnéticos en bobinas y toroides”, demostrando una consistencia elevada en los niveles de complejidad iniciales.

Tabla 4

Extracto de respuestas del juez 3.

		EVALUACIÓN JUEZ 3					TOTAL JUEZ 3
		1	2	3	4	5	
N1	Pertinencia					5	22
	Claridad conceptual				4		
	Redacción y terminología				4		
	Niveles cognoscitivos					5	
	Formato				4		
N2	Pertinencia					5	23
	Claridad conceptual				4		
	Redacción y terminología				4		
	Niveles cognoscitivos					5	
	Formato					5	

Nota: Ejemplo de registro de evaluación sobre el primer saber de conocimiento con respecto a los niveles de complejidad 1 y 2. *Fuente:* Elaboración propia, 2024.

Al agrupar las respuestas de cada uno de los tres jueces por niveles de la taxonomía de Ribes y promediarlas, se obtienen los resultados totales por nivel obtenidos para la evaluación de los jueces expertos, los cuales se muestran en la *Tabla 5*.

Tabla 5

Promedio de los jueces expertos.

Nivel	Juez 1	Juez 2	Juez 3
1	25	24.9	23.8
2	25	23.3	22.7
3	25	23.7	23.8
4	25	24.6	23.2
5	25	24.8	24.6

Nota: Promedio de los resultados de los jueces expertos para cada nivel de complejidad. *Fuente:* Elaboración propia, 2024.

Al sustituir los valores de la *Tabla 5* en las ecuaciones 1, 2 y 3 de la sección anterior se determinó el CVC para cada nivel de la taxonomía. Siguiendo el criterio de Hernández-Nieto (2024), se consideran

aceptables aquellos ítems con un valor superior a 0.80. Como se observa en la Tabla 6, todos los niveles alcanzaron valores entre 0.90963 y 0.95496, lo que sitúa al instrumento en la categoría de "excelente" en cuanto a validez de contenido.

Tabla 6

Valores de CVC de cada nivel de complejidad.

Nivel	CVC_i	Pe_i	CVC_f
1	0.98267	0.037037	0.94563
2	0.94667	0.037037	0.90963
3	0.96667	0.037037	0.92963
4	0.97067	0.037037	0.93363
5	0.99200	0.037037	0.95496

Nota: Se muestran los resultados del cálculo del CVC que corresponde a cada nivel de complejidad, donde CVC_i representa el valor de cada ítem, Pe_i al error asociado a cada nivel y CVC_f al valor final. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al contrastar estos hallazgos con la investigación de Sierra (2023), quien validó rúbricas para el sistema 4MAT en bachillerato, se observan coincidencias metodológicas y divergencias en los resultados. Mientras que Sierra reportó valores de CVC entre 0.8029 y 0.9096 (rangos "bueno" y "excelente"), el presente estudio alcanzó una consistencia superior, con todos sus indicadores en el rango de excelencia (superiores a 0.90).

Esta diferencia sugiere que la transposición de la taxonomía de Ribes al contexto del laboratorio de magnetismo ha permitido una definición de indicadores más precisa y unívoca para los evaluadores. Ambas investigaciones confirman que el juicio de expertos, apoyado por el coeficiente de Hernández-Nieto, es un mecanismo robusto para dotar de rigor científico a los instrumentos de evaluación que, históricamente, se han diseñado de manera empírica en el aula.

La validación por juicio de expertos confirma que la rúbrica diseñada posee un nivel de validez de contenido excelente. El alto grado de consenso (CVC máximo de 0.99200 en el Nivel 5) demuestra que los descriptores son pertinentes, claros y adecuados para medir el constructo deseado en estudiantes de ingeniería.

Este proceso no solo cumplió una función estadística, sino también cualitativa. Las recomendaciones de los jueces permitieron refinar la redacción de los saberes, asegurando que el instrumento sea comprensible y aplicable en el entorno del laboratorio.

Como prospectiva de esta investigación, se planea realizar el análisis de confiabilidad mediante el Alfa de Cronbach en una fase posterior. Asimismo, tras la aplicación piloto de la rúbrica en grupos de Ingeniería Industrial en el CUCEI, se procederá a publicar los resultados sobre el impacto real en la medición del desarrollo de competencias de los estudiantes bajo este modelo taxonómico.

9. Contribución de autores

Autor 1: conceptualización, investigación, metodología, redacción-borrador original. Autor 2: supervisión, visualización. Autor 3: supervisión. Autor 4: redacción-borrador original. Todos los autores: revisión y edición.

10. Declaración de fuentes de financiación

Este estudio se realizó con apoyo financiero del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

11. Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que, para la preparación de este trabajo, para el texto, las figuras, tablas y todas las secciones del presente manuscrito no se ha utilizado herramientas de inteligencia artificial generativa o tecnologías asistidas por IA.

12. Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

4. Referencias

- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2018). *Estándares para pruebas educativas y psicológicas* (M. Lieve, Trad.). American Educational Research Association. (Obra original publicada en 2014).
- Fernández, S. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE. Revista de Didáctica Español como Lengua Extranjera*, (24), 1–43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6145807>
- García, Sergio. (2002). La Validez y la Confiabilidad en la Evaluación del Aprendizaje desde la Perspectiva Hermenéutica. *Revista de Pedagogía*, 23(67), 297-318. Recuperado en 10 de febrero de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000200006&lng=es&tlng=es.
- Garzón Herrera, J. F. (2023). *Aprendiendo mientras se evalúa: construcción de una rúbrica analítica centrada en la inducción magnética* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://upnblib.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/19410>
- González Canché, M. S., & Rodríguez Pérez, M. E. (2007). Evaluación de la competencia académica: un estudio de caso en la enseñanza del electromagnetismo. En Rodríguez Pérez, M. E. (Coord.), *Evaluación de los aprendizajes. Distintos enfoques* (pp. 97-126). Universidad de Guadalajara.
- Hernández-Nieto, R. (2002). *Contributions to Statistical Analysis*. Universidad de Los Andes.
- Hernández-Nieto, R. (2024). *Instrumentos de Recolección de Datos en Ciencias Sociales y Ciencias Biomédicas*. Universidad de Los Andes.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial McGraw-Hill.
- Medina-Díaz, M. R., & Verdejo-Carrión, A. L. (2020). Validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje mediante las metodologías activas. *Alteridad. Revista de Educación*, 15(2), 270-284. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n2.2020.10>
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., & García-Cueto, E. (2014). Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3-20. <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Ramírez Díaz, M. H., Olvera Aldana, M., Pérez Trejo, L., & Méndez Sánchez, A. F. (2018). *El modelo por competencias y el aprendizaje de la física*. Editorial Colofón.
- Ribes Iñesta, E., & López Valadez, F. (1985). *Teoría de la conducta: un análisis de campo y paramétrico*. Editorial Trillas.
- Ribes-Iñesta, E. (2008). Educación básica, desarrollo psicológico y planeación de competencias. *Revista Mexicana de Psicología*, 25(2), 193-207.
- Rodríguez Pérez, M. E. (2000, mayo). *Hacia una taxonomía funcional del aprendizaje útil en la elaboración de exámenes objetivos* [Ponencia]. Foro-taller de políticas y criterios para exámenes de academia, CUCEI, Universidad de Guadalajara, México.

Camelo, V., Ramírez, M., Santana, J., Rojas-Glez, A. (2026). Validez de contenido mediante juicio de expertos en rúbrica en el contexto de un laboratorio sobre temas de magnetismo

- Sánchez Sánchez, R. (2021). El tema de validez de contenido en la educación y la propuesta de Hernández-Nieto. *Latin-American Journal of Physics Education*, 15(3), 3306-1.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8358273>
- Sierra Vite, M., & Ramírez Díaz, M. H. (2023). Validación por juicio de expertos: Rúbricas de competencias en física. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 9(1), 35-46.
<https://www.scribd.com/document/826535445/watermarked-validacion-por-juicio-de-expertos-may-06-2024-01-01-35>
- Venier, F. L., Fernández, A., Ceballos, C. D., & Esquenazi, S. (2019). Primeros resultados en el análisis de las evaluaciones finales en el área de Física y su impacto en la planificación, en el primer año de Ingeniería, en el marco de la taxonomía SOLO. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(1), 731-739.



LOS HERBARIOS COMO RECURSOS EDUCATIVOS PARA LA CO-CONSTRUCCIÓN DE APRENDIZAJES BOTÁNICOS Y DESARROLLO DE HABILIDADES EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

HERBARIA AS EDUCATIONAL RESOURCES FOR THE CO-CONSTRUCTION OF BOTANICAL LEARNING AND THE DEVELOPMENT OF SKILLS IN AGRONOMIC ENGINEERING

HERBÁRIOS COMO RECURSOS EDUCACIONAIS PARA A CO-CONSTRUÇÃO DE APRENDIZAGENS BOTÂNICAS E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

Emiliano Foresto*^{ID}, Rocío Belén Martín**^{ID}
Cesar Omar Nuñez***^{ID}, María Andrea Amuchástegui****^{ID}

Foresto, E.; Martín, R.B; Nuñez, C.O.; Amuchástegui, M.A. (2026). Los herbarios como recursos educativos para la co-construcción de aprendizajes botánicos y desarrollo de habilidades en ingeniería agronómica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. 1-25. <https://doi.org/10.14483/23464712.23645>

Resumen

El Herbario constituye un recurso didáctico clave en la enseñanza de la Botánica, facilitando la identificación y clasificación de especies vegetales y promoviendo aprendizajes significativos en estudiantes de Ingeniería Agronómica. En este estudio, se analiza su impacto como herramienta pedagógica en la asignatura de Botánica Sistemática Agrícola. El objetivo principal de la investigación es comprender las potencialidades del Herbario como recurso educativo para la co-construcción de saberes y aprendizajes botánicos en estudiantes de Ingeniería Agronómica. Se utilizó una metodología cualitativa basada en el estudio de caso, recopilando datos a través de cuestionarios a 91 estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en una universidad argentina, quienes participaron en la elaboración de un Herbario personal como parte de su formación académica y entrevistas con docentes de la asignatura. Los resultados obtenidos indican que la construcción del Herbario fortalece la capacidad de observación, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Asimismo, se identificó que los estudiantes integran conocimientos

* Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, eforest@ayv.unrc.edu.ar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8196-3030>.

** Doctora en Psicología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, rbmartin@unc.edu.ar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3172-0070>.

*** Magister en Botánica, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, cnunez@ayv.unrc.edu.ar, dirección de ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8744-3581>.

**** Magister en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, amuchastegui@ayv.unrc.edu.ar, dirección de ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3682-6870>.

Recibido: Mayo 26 de 2025, aceptado: abril 9 de 2026

previos adquiridos en entornos familiares y comunitarios con aprendizajes formales, favoreciendo un enfoque integrador. Además, el uso de recursos digitales, como aplicaciones de identificación de especies y bibliografía en línea, facilitó el proceso de elaboración del Herbario. En conclusión, el estudio resalta la importancia del Herbario como estrategia pedagógica innovadora en la enseñanza de la Botánica, al permitir la articulación entre saberes académicos y cotidianos, promover la autonomía del estudiante y fomentar la valoración de la biodiversidad. Su incorporación en la formación universitaria representa una metodología efectiva para el aprendizaje de la Botánica en carreras agropecuarias, contribuyendo a una comprensión integral del conocimiento botánico.

Palabras Clave: Herbario; Botánica; Ingeniería Agronómica, Contexto de aprendizaje, Recurso educativo.

Abstract

The Herbarium is a key didactic resource in Botany education, facilitating the identification and classification of plant species and promoting meaningful learning among Agricultural Engineering students. This study analyzes its impact as a pedagogical tool in the Botany Systematics course. The main objective of the research is to understand the potential of the Herbarium as an educational resource for the co-construction of botanical knowledge and learning in Agricultural Engineering students. A qualitative methodology based on a case study was used, collecting data through questionnaires administered to 91 first-year Agricultural Engineering students at an Argentine university, who participated in the creation of a personal Herbarium as part of their academic training, as well as interviews with course instructors. The results indicate that the construction of the Herbarium strengthens observational skills, critical thinking, and collaborative work. Additionally, it was identified that students integrate prior knowledge acquired in family and community settings with formal learning, fostering an integrative approach. Furthermore, the use of digital resources, such as plant identification applications and online bibliographic references, facilitated the Herbarium creation process. In conclusion, the study highlights the importance of the Herbarium as an innovative pedagogical strategy in Botany education, as it enables the articulation between academic and everyday knowledge, promotes student autonomy, and encourages biodiversity appreciation. Its incorporation into university education represents an effective methodology for Botany learning in agricultural programs, contributing to a comprehensive understanding of botanical knowledge.

Keywords: Herbarium; Botany; Agricultural Engineering; Learning Context; Educational Resource.

Resumo

Resumo O Herbário constitui um recurso didático fundamental no ensino da Botânica, facilitando a identificação e classificação de espécies vegetais e promovendo aprendizagens significativas em estudantes de Engenharia Agrônoma. Neste estudo, analisa-se seu impacto como ferramenta pedagógica na disciplina de Botânica Sistemática Agrícola. O principal objetivo da pesquisa é compreender as

potencialidades do Herbário como recurso educativo para a co-construção de saberes e aprendizagens botânicos em estudantes de Engenharia Agrônômica. Utilizou-se uma metodologia qualitativa baseada no estudo de caso, com coleta de dados por meio de questionários aplicados a 91 estudantes do primeiro ano de Engenharia Agrônômica de uma universidade argentina, que participaram da elaboração de um Herbário pessoal como parte de sua formação acadêmica, e entrevistas com docentes da disciplina. Os resultados indicam que a construção do Herbário fortalece a capacidade de observação, o pensamento crítico e o trabalho colaborativo. Além disso, identificou-se que os estudantes integram conhecimentos prévios adquiridos em ambientes familiares e comunitários com aprendizagens formais, favorecendo uma abordagem integradora. O uso de recursos digitais, como aplicativos de identificação de espécies e bibliografia online, também facilitou o processo de elaboração do Herbário. Em conclusão, o estudo destaca a importância do Herbário como estratégia pedagógica inovadora no ensino da Botânica, ao permitir a articulação entre saberes acadêmicos e cotidianos, promover a autonomia do estudante e fomentar a valorização da biodiversidade. Sua incorporação na formação universitária representa uma metodologia eficaz para o aprendizado da Botânica em cursos agropecuários, contribuindo para uma compreensão integral do conhecimento botânico.

Palavras-Chave: Herbário; Botânica; Engenharia Agrônômica; Contexto de aprendizagem;

1. Introducción

Uno de los recursos didácticos más prometedores para la enseñanza de la Botánica en la Educación Superior es el Herbario. El estudio de la flora y su sistemática ocupa un lugar central en la asignatura Botánica Sistemática Agrícola (BSA) dentro de la carrera de Ingeniería Agronómica (IA) en cualquier universidad del mundo. En esta asignatura se enfatiza la identificación de especies vegetales y su relación con los sistemas productivos, con el objetivo de preparar al alumnado en el reconocimiento y clasificación de las plantas de interés agrícola y ambiental. Se pone el foco en los principios de la taxonomía vegetal, los métodos de recolección y preservación de ejemplares, la importancia de la biodiversidad en la producción agropecuaria y el Herbario como un elemento clave para la comprensión y el registro de la flora en diferentes ambientes. Definido como una colección sistemática de especímenes vegetales prensados y etiquetados, el Herbario es una herramienta fundamental en la educación botánica, ya que permite el estudio comparativo de especies, la documentación de la diversidad vegetal y la generación de un archivo permanente de referencia (Bridson y Forman, 1999).

Existen diversos enfoques para la elaboración y utilización del Herbario en la enseñanza. Uno de los métodos más utilizados en la formación universitaria es la construcción de Herbarios personales, en los cuales el alumnado recolecta, identifica y clasifica especies siguiendo criterios científicos. Este proceso no solo fomenta el aprendizaje autónomo, sino que también desarrolla habilidades prácticas en la recolección de plantas y el manejo de claves taxonómicas. Sin embargo, este método presenta limitaciones asociadas al tiempo disponible para su elaboración, la correcta identificación de los ejemplares y las condiciones de prensado y conservación del material vegetal (Lavoie, 2013).

La enseñanza de la Botánica en cursos introductorios de biología a menudo se reduce a clases teóricas y actividades de gabinete, debido a restricciones logísticas que dificultan el trabajo de campo. Como consecuencia, los estudiantes llegan a niveles avanzados con una comprensión limitada de la flora y su diversidad. Algunas de estas limitaciones incluyen la disponibilidad de tiempo para actividades

prácticas, la falta de infraestructura adecuada y el número elevado de estudiantes en los cursos (Sundberg, 2004; Foresto et al., 2022). Además, la percepción de la Botánica como una disciplina basada en la memorización de nombres y descripciones ha llevado a una disminución del interés por su estudio en los últimos años (Foresto, 2021).

Una alternativa al estudio in situ de la flora es el uso del Herbario como herramienta didáctica, permitiendo a los estudiantes familiarizarse con la diversidad vegetal a través de la observación directa de especímenes preservados. La elaboración de un Herbario personal no solo promueve el aprendizaje de la morfología y taxonomía vegetal, sino que también fortalece la capacidad de análisis y síntesis en la identificación de especies. Además, la integración de tecnologías digitales en la sistematización y consulta de herbarios virtuales ofrece nuevas oportunidades para mejorar la enseñanza de la Botánica en la educación universitaria (James et al., 2018).

Debido a su versatilidad, el Herbario puede proporcionar un método efectivo para que el estudiantado de grado y posgrado se acerquen a la práctica botánica de manera estructurada y significativa. La elaboración de herbarios como estrategia pedagógica en la Educación Universitaria permite la integración de conocimientos disciplinares y metodológicos en un contexto práctico (Foresto, 2025).

Explorando la bibliografía existente, se encuentran algunos trabajos que abordan el uso del Herbario en educación primaria y secundaria (Loureiro y André Dal-Farra, 2018; Echeverría et al., 2021); sin embargo, las investigaciones sobre su implementación en la Educación Superior son más escasas. En este sentido, se advierte una falta de estudios que analicen su impacto en la enseñanza de la Botánica en carreras agronómicas y biológicas.

El objetivo del presente trabajo es analizar el uso del Herbario como recurso didáctico en la enseñanza de la Botánica en estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica. A través de una actividad experimental basada en la recolección, prensado, identificación y digitalización de especímenes, se busca evaluar su impacto en el aprendizaje de la morfología y taxonomía vegetal. Mediante este enfoque, se pretende ofrecer una herramienta didáctica que fomente la autonomía del estudiante y facilite su acercamiento a la diversidad vegetal de manera estructurada y aplicada.

2. Objetivos del estudio

A partir de la pregunta de investigación “¿Cómo contribuye la elaboración de Herbarios personales a la co-construcción de aprendizajes botánicos y al desarrollo de habilidades prácticas y socioemocionales en estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica?”, se desprenden los siguientes objetivos del estudio, diseñados para abordar sus dimensiones clave:

Objetivo general

Comprender las potencialidades del herbario como recurso educativo para la co-construcción de saberes botánicos y el desarrollo de habilidades en estudiantes de Ingeniería Agronómica.

Objetivos específicos

1. Analizar las vivencias y valoraciones en la construcción de Herbarios en la diversidad de contextos.
2. Evaluar el impacto del herbario en el desarrollo de habilidades prácticas-metodológicas y socioemocionales.
3. Explorar el rol de los recursos digitales y los contextos informales en la elaboración del Herbario.
4. Analizar el impacto de la estrategia pedagógica para el aprendizaje de la Botánica.

3. Metodología

Este estudio se enmarca en la investigación basada en estudios de caso (Stake, 1998) El estudio de caso cualitativo permite analizar múltiples perspectivas, observando situaciones en su desarrollo natural e interpretando la construcción del conocimiento por parte de los participantes (Simons, 2011). La investigación, de carácter exploratorio y diseño cualitativo, buscó indagar cómo los Herbarios elaborados por estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en la asignatura de Botánica Sistemática Agrícola pueden constituirse en un recurso educativo que favorezca la construcción de aprendizajes sobre plantas de importancia agronómica.

3.1. Participantes del estudio

La investigación se llevó a cabo en una Universidad de Argentina, específicamente en la Facultad de Agronomía y Veterinaria, en la asignatura Botánica Sistemática Agrícola (BSA), materia obligatoria del primer año de la A. La asignatura busca que los estudiantes identifiquen, clasifiquen y comprendan la diversidad florística de agroecosistemas y sistemas naturales. Su enseñanza combina clases teórico-prácticas, trabajo en aula con lupas estereoscópicas y salidas a campo en el campus universitario y el campo experimental. Un requisito fundamental es la elaboración de un Herbario con 20 ejemplares, lo que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de identificación y preservación botánica. En la primera clase práctica, se introduce la temática de manera teórica, abordando el concepto de Herbario, su relevancia y las etapas necesarias para su elaboración.

3.2. Instrumentos de recolección de datos

3.2.1. Entrevistas al Equipo Docente

Se realizaron entrevistas a dos docentes de la cátedra. Con una duración de 1:30 hs aproximadamente. Las entrevistas fueron grabadas de manera tal que se pueda registrar lo acontecido a partir de su transcripción fiel. Para la implementación de dicho instrumento, se solicitó previamente autorización a los entrevistados. En el desarrollo de la entrevista se abordaron diferentes temáticas: a) Contextualización (datos sociodemográficos del entrevistado, cargo que ocupa, materias en las que se desempeña, función y roles en la asignatura, contextualización del curso y de los estudiantes que lo conforman, b) recurso didáctico empleado y prácticas de enseñanza, c) ideas y concepciones que poseen los profesores del área respecto a la utilización de los Herbarios en el aprendizaje de la Botánica y d) potencialidades didácticas del Herbario para promover los aprendizajes de los estudiantes. Además, a lo largo de la entrevista se abordaron cuestiones particulares que surgieron del desarrollo de esta y que eran significativas para esta investigación.

3.2.2. Cuestionario sobre Aprendizaje y Herbario

Para la recolección de los datos se implementó un cuestionario *ad hoc* que se tituló “Aprendizajes y Herbario”. El estudio abarcó 91 estudiantes de BSA. El instrumento fue elaborado con el objetivo de conocer lo que implicó para los estudiantes la realización de un Herbario como una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Botánica. Para ellos el cuestionario estuvo compuesto por dos partes. En la primera parte se realizaron preguntas de opción cerrada donde se pretendía que el alumnado responda de acuerdo con la escala de Likert (Zorrilla y Mazzitelli, 2021). Esta escala es una herramienta de medición que sirve para evaluar la opinión de una persona sobre un tema y emplea 5 niveles: (1) Totalmente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Indeciso, (4) De acuerdo y (5) Totalmente de acuerdo. Mediante esta escala se establece el nivel de acuerdo o desacuerdo del encuestado con respecto a una pregunta o afirmación establecida. Los datos obtenidos de esta escala permitieron medir y evaluar las respuestas, crear estadísticas y definir estrategias personalizadas. En la segunda parte del instrumento, las respuestas fueron

abiertas, es decir que no se incluían opciones, por lo que el estudiantado pudo explayarse en el espacio ofrecido a tal fin, aquí se requirió que los estudiantes fundamenten sus respuestas, lo cual proporcionó información amplia respecto a la temática de interés (Hernandez Sampieri, Collado y Lucio, 2014).

El cuestionario fue valuado y validado por cuatro juezas expertas en el área de la Educación en Ciencias. El juicio de expertos buscó obtener una opinión informada de personas con trayectoria en el tema sobre el cuestionario implementado. Para esto se tuvo en cuenta que sean investigadoras reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008). El cuestionario se envió por correo electrónico a la totalidad de estudiantes al finalizar el cuatrimestre, una vez entregado y calificado el Herbario por los docentes, aquí se buscó que los estudiantes pudieran tener una visión integrada de lo logrado con la actividad.

El instrumento contiene cinco apartados:

- En el primer apartado se consulta sobre datos sociodemográficos del entrevistado. Entre ellos: nombre y apellido, edad y género.
- En el segundo apartado se solicita a los estudiantes que marquen el nivel de acuerdo que poseen respecto a una serie de 15 afirmaciones vinculadas a la construcción del Herbario. En general, las afirmaciones se refieren a los modos en que los estudiantes llevan a cabo tareas de confección de su propio Herbario.
- En el tercer apartado se brindan 11 actividades vinculadas a las formas de ayuda o acompañamiento que encontró o empleo el alumnado para la realización de su Herbario.
- En el cuarto apartado solicita a los estudiantes que marquen el nivel de acuerdo que poseen respecto a una serie de 6 afirmaciones vinculadas a los aprendizajes que pudieron adquirir mediante la realización de su Herbario.
- Finalmente, en el quinto apartado se brindan 5 preguntas abiertas para que ellos se puedan explayar en sus experiencias de aprendizaje con la realización del Herbario.

3.3. Procedimiento de análisis de datos

Previo a la recolección de datos, se han diseñado los instrumentos pertinentes. Primeramente, se ha solicitado consentimiento al profesor responsable de la cátedra para la realización de la investigación. A partir de la misma, se pauto con los docentes días y horarios de las entrevistas a llevar a cabo de forma presencial en los cubículos pertenecientes a la asignatura BSA. Seguidamente, se procedió a generar una guía de preguntas orientadoras, en función a diversas categorías que responden a los objetivos propuestos en la presente investigación. Durante el mes de noviembre, se envió el cuestionario virtual sobre Herbario y aprendizajes a los estudiantes de un 1° año, siendo respondido por 91 de ellos (N:91) en un periodo de 15 días. Posteriormente, se llevaron a cabo las entrevistas a los docentes del área, las cuales se extendieron durante aproximadamente 90 minutos. Las mismas fueron administradas de forma presencial.

Particularmente, para el análisis de la información obtenida a partir de los distintos instrumentos de recolección de datos, se adoptó un enfoque metodológico mixto que combinó estrategias de análisis cualitativo y cuantitativo. En una primera instancia, se procedió a una lectura exhaustiva y reiterada del corpus de datos, lo que permitió identificar y construir categorías emergentes vinculadas con los objetivos del estudio, entre las que se destacan: la construcción de habilidades, las interacciones, el trabajo colaborativo y el aprendizaje más allá del aula. Estas categorías no fueron definidas a priori, sino que surgieron inductivamente a partir de la recurrencia de patrones, significados y regularidades presentes en los discursos y producciones de los estudiantes.

En relación con los datos de naturaleza cualitativa, se implementó un análisis de contenido de tipo temático. Este proceso implicó la codificación inicial de unidades de significado, su posterior agrupamiento en categorías y subcategorías, y la interpretación de los sentidos construidos por los participantes en función del marco teórico adoptado. Asimismo, se realizó una triangulación entre

diferentes fuentes de información con el fin de fortalecer la validez del análisis e identificar convergencias y divergencias en los resultados.

Por otro lado, los datos cuantitativos —provenientes principalmente de preguntas cerradas y escalas de valoración— fueron sistematizados mediante procedimientos de estadística descriptiva. En estos casos, se calcularon frecuencias absolutas y relativas, y se representaron los resultados a través de gráficos de barras, de torta y de área utilizando el programa Microsoft Excel. Estas representaciones facilitaron la visualización de tendencias generales, la comparación entre variables y la identificación de patrones relevantes.

De este modo, la integración de ambos enfoques permitió no solo describir los resultados en términos numéricos, sino también comprender en profundidad los procesos de co-construcción de aprendizaje implicados, aportando una mirada más completa y robusta del fenómeno estudiado.

4. Resultados y discusión

4.1. Construcción de habilidades

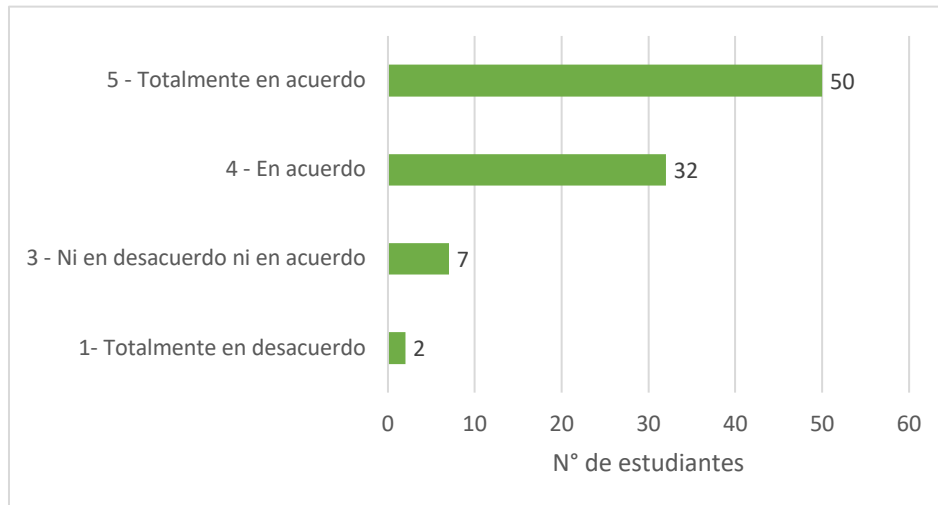
La formación de los estudiantes no solo abarca conocimientos específicos, sino también el desarrollo de habilidades socioemocionales, académicas y preprofesionales esenciales para su futuro como Ingenieros Agrónomos.

Las relaciones interpersonales entre alumnos y docentes generan experiencias emocionales que favorecen la participación y permanencia en la asignatura. Estas interacciones no solo facilitan el aprendizaje de contenidos, sino también la adquisición de actitudes, adaptabilidad y compromiso con el proceso de regularización de la asignatura.

En la realización del Herbario, los estudiantes desarrollan habilidades a través de la cooperación, el cumplimiento de pautas y la relación con los docentes. Estas competencias, vinculadas a la práctica profesional, surgen de la integración de teoría y experiencia (González Maura, 2006). En particular, la *observación* es una destreza clave en la identificación de especies vegetales, trascendiendo la percepción sensorial y permitiendo validar conocimientos científicos (Foresto y Martin, 2020; Mayoral, 2019; Ávila, 2008).

Figura 1

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La elaboración de mi propio Herbario me permitió aprender a reconocer especies a través de la observación de caracteres vegetativos y reproductivos”. Fuente: elaboración propia.

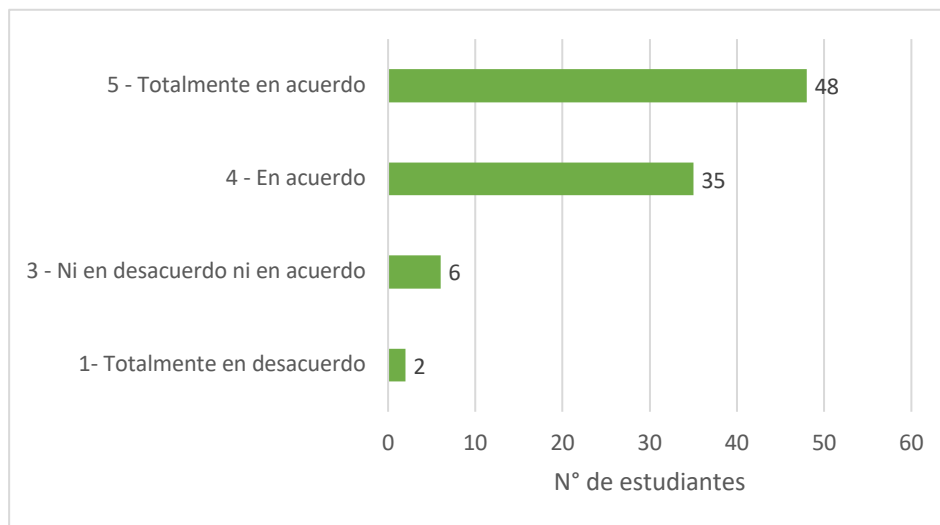
Según un cuestionario aplicado a 91 estudiantes, el 90% afirmó que la confección del Herbario les ayudó a desarrollar esta habilidad. De ellos, 50 estuvieron totalmente de acuerdo, 32 de acuerdo, 7 indecisos y solo 2 en desacuerdo, destacando así su impacto en el aprendizaje.

La observación directa ocurre cuando el investigador interactúa con el fenómeno estudiado y se denomina observación de campo cuando se realiza en su entorno natural (Cuadros, 2009). Es una de las metodologías más utilizadas por los estudiantes de Ingeniería Agronómica para identificar especies vegetales a través de sus caracteres diagnósticos macroscópicos (Foresto, 2021).

Para la elaboración del Herbario, la observación a campo es clave, ya que permite procesar información sobre caracteres exomorfológicos. Acompañada de ilustraciones o recolección de especímenes, facilita la retención de los rasgos necesarios para su correcta identificación. Asimismo, la confección del Herbario requiere desarrollar habilidades metodológicas, siendo el secado de las especies una de las más relevantes. Según la encuesta aplicada, el 92% de los estudiantes reconoció haber adquirido destrezas prácticas para esta tarea (48 totalmente de acuerdo y 35 de acuerdo), mientras que el 7% se mostró indeciso y solo el 1% en desacuerdo.

Figura 2

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La elaboración de mi propio Herbario me permitió aprender sobre el proceso de herborización de las especies”. *Fuente:* elaboración propia.

Además, algunos fragmentos de las respuestas abiertas recibidas en los cuestionarios con relación a las habilidades, destrezas y aprendizajes adquiridos por los estudiantes dan cuenta de esto. En palabras del alumnado:

“Las medidas internacionales con la cual, se confecciona un Herbario” (Estudiante N° 1)

“Aprendí a herborizar una planta” (Estudiante N° 5)

“Con la confección aprendí a como herborizar ya que cuando lo hice por primera vez, tuve muchos errores que me sirvieron para hacerlo mejor ahora” (Estudiante N° 77)

“Primero que nada aprendí lo que es un Herbario, como se armaba” (Estudiante N° 89)

Los resultados indican que los estudiantes adquirieron conocimientos esenciales sobre el proceso de herborización, fundamental para la elaboración del Herbario. Este proceso consiste en colocar las muestras vegetales entre hojas de papel periódico o secante, separadas por cartón corrugado para facilitar su secado y prensado (Figura 3.) (Baró Oviedo et al., 2017).

Figura 3

Prensa casera



Nota: Fotografía de una prensa casera de uno de los estudiantes que curso BSA realizadas con pedazos de troncos que encontró en su casa. *Fuente:* fotografía tomada por el estudiante N° 4.

El análisis de los datos muestra que los estudiantes desarrollan diversas habilidades socioemocionales a lo largo de la actividad, otorgándole un significado personal. Según Bar-On (1997), estas habilidades influyen en la capacidad de afrontar desafíos y presiones diarias, incluyendo empatía, relaciones interpersonales, responsabilidad social y trabajo colaborativo. Los estudiantes destacan el apoyo mutuo para alcanzar una meta común, que, aunque individual, se percibe como compartida. Sus respuestas en el cuestionario ad-hoc reflejan esta vivencia:

“Intercambiábamos especies, si yo necesitaba alguna y el otro la tenía o viceversa, nos servía a ambos” (Estudiante N° 7)

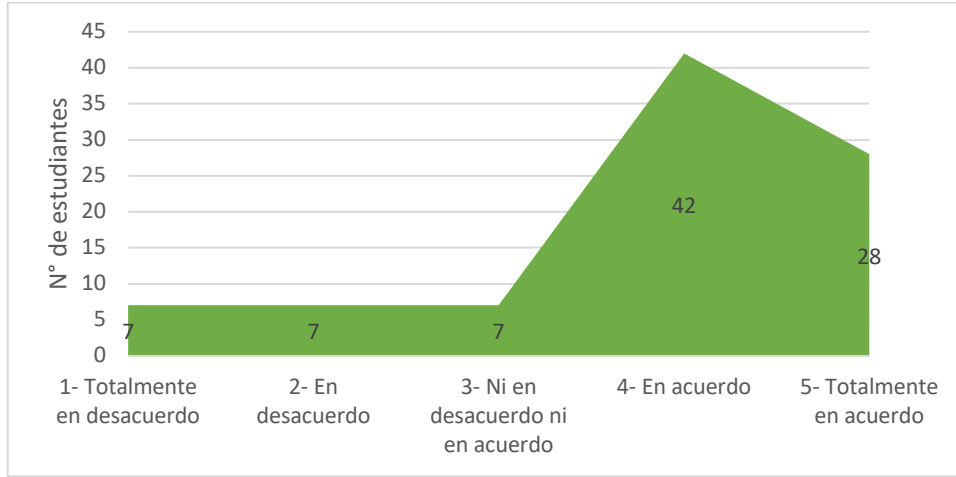
“Nos juntábamos a hacer el Herbario juntos, así nos íbamos ayudando entre nosotros” (Estudiante N° 17)

“A veces un compañero se desanimaba y había que levantarlo, invitarlo a tomar algo, darle una especie, ayudarlo a llenar una tarjeta, que se yo, todo eso también es parte [...]” (Estudiante N° 67)

En este sentido también indagamos sobre la posibilidad de que los estudiantes realicen su Herbario siendo ayudados por sus compañeros de clase en el proceso de confección despejando dudas e inquietudes. Los resultados mostraron que el 77% de los estudiantes se apoyan entre ellos para su realización, el 8% se mostró indeciso y solo el 15% estuvo en desacuerdo acerca de recibir apoyo o ayuda de sus compañeros para la realización del mismos (Figura 4).

Figura 4

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la elaboración de mi propio Herbario me fue de mucha utilidad comunicarme con mis compañeros/as de curso para ayudarnos a hacer el Herbario, intercambiar dudas o inquietudes”. *Fuente:* elaboración propia (2022).

Por otro lado, los fragmentos ilustran como la realización de esta actividad se sustenta sobre la base de las relaciones interpersonales que allí se gestan, siendo las experiencias emocionales que acontecen en estos espacios -afectos, empatía, estados de ánimo y sentimientos de pertenencia-, uno de los principales aspectos que se ponen en juego en el desarrollo de la actividad (Martín, Paoloni y Rinaudo, 2019).

4.2. Recursos, interacciones y trabajo colaborativo

La co-construcción de conocimientos se lleva adelante a través de diversas prácticas e intercambios compartidos en grupo. La construcción de este saber no es un proceso visible, suponemos que se funda en la deconstrucción reflexiva de los saberes prácticos: propios (del alumnado) y de otros (profesores, compañeros, familiares) para recrear nuevos saberes, basados en la educación como experiencia, ocurrida y vivenciada.

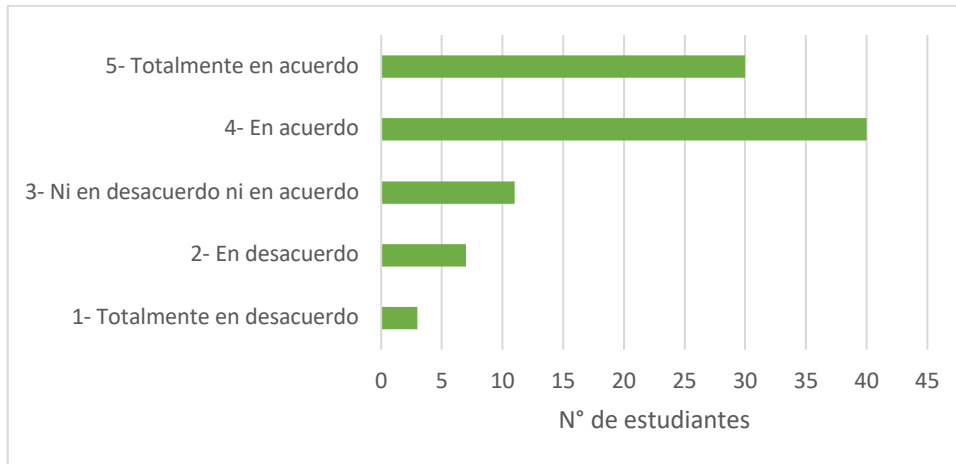
Para su construcción es imprescindible que una situación o una intervención educativa sucedan interpelando al practicante, y que el mismo, se las apropie y les haga lugar, analizándolas críticamente, produciendo nuevas alternativas de una posible actuación personal para ese contexto específico. Estas decisiones de acción en prospectiva se originan en sus vivencias y su factibilidad estará dada en los nuevos aprendizajes construidos, que serán un soporte a próximas experiencias o vivencias (Leguizamón, 2014).

4.2.1. Recursos digitales empleados

Para la construcción del Herbario, los estudiantes emplean diversos recursos que los acompañan y sostienen en el proceso. En particular, recurren a múltiples herramientas digitales, que se abordarán en los siguientes párrafos. Respecto al uso de la *bibliografía de la cátedra* (libros, capítulos, material didáctico), el 77% de los estudiantes que completaron la actividad consideró que fue un recurso clave. Un 12% se mostró neutral y solo un 11% expresó desacuerdo (Figura 5).

Figura 5

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes

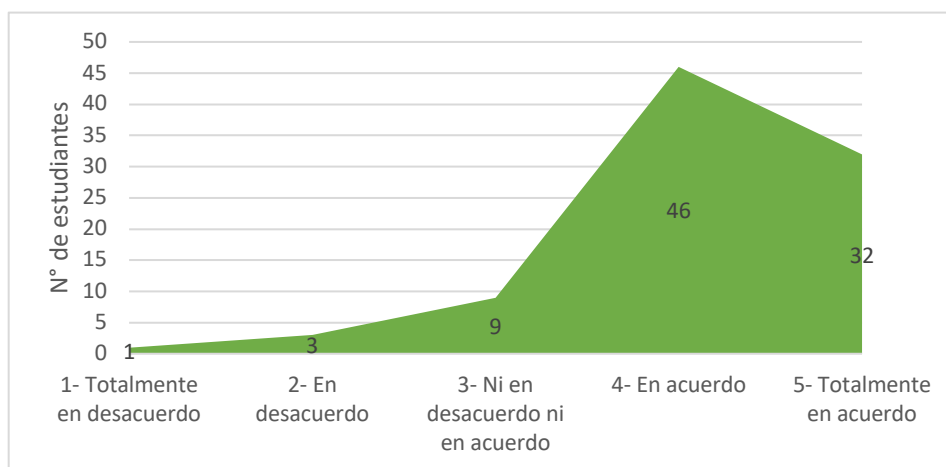


Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario busqué información en la bibliografía sugerida por el equipo de cátedra (libros, capítulos de libros, material didáctico de la cátedra, entre otros)”. Fuente: elaboración propia.

Siguiendo con esta exploración nos pareció interesante preguntarnos si los estudiantes se apoyan para la realización de su Herbario en el uso de páginas webs seguras sobre botánica y flora nativa y/o exótica, ya que el navegar por estas páginas web, pueden generarse aprendizajes significativos para el alumnado en donde encontrar CD de las especies, estatus, categoría económica a la que pertenece, entre otros. En esta línea, encontramos que el 87% de los estudiantes que fueron consultados están de acuerdo con recurrir al uso de estas páginas web, como una ayuda a la hora de elaborar su Herbario, principalmente en la etapa de la elaboración de las tarjetas del Herbario, mientras que el 10% afirmó no estar ni en desacuerdo, ni en acuerdo con la afirmación y tan solo el 4% se mostró en desacuerdo con esto (Figura 6).

Figura 6

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario utilice páginas web seguras (Flora Argentina, Flora del Cono Sur, Trópicos, etc.)”. Fuente: elaboración propia.

Desde la cátedra, el profesorado destaca que, en los últimos años, se han transformado las fuentes de consulta utilizadas por el estudiantado. Actualmente, este grupo recurre a páginas web especializadas en flora, lo cual contribuye al desarrollo de sus herbarios. No obstante, señalan la necesidad de un acompañamiento pedagógico constante, ya que la frecuente consulta de recursos digitales implica un flujo masivo de datos que podría derivar en imprecisiones durante su procesamiento y sistematización:

“Cuando los alumnos consultan páginas web suelen generarse problemas [...], ya que ellos miran las fotos y mira la especie que tienen en la mano y si son más o menos parecida si no es así es esta pero no saben esa especie no está registrada en Argentina, o en la provincia de Córdoba y cuando vos te vas y lo ves decir no bueno pero esto está mal primero porque ni siquiera no está en Córdoba aunque sea exótica no importa no está registrada y cuando vos le pregunta el chico te dice que lo saco de tal lado porque ellos no ponen fuente de dónde sacan la información, ese es un detalle. Pero no está mal lo que hacen, es una forma de aprender y de construir el conocimiento pienso yo” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 1)

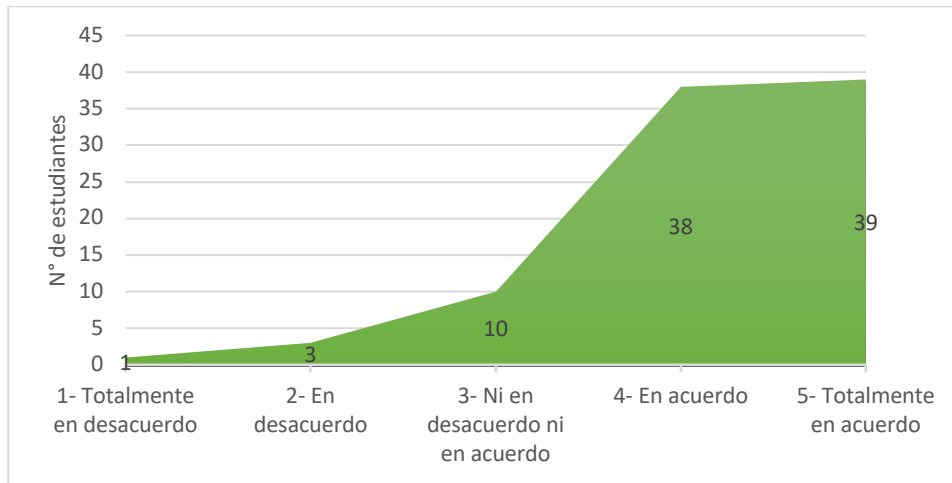
Frente a esta situación, el profesorado brinda diversos recursos digitales confiables, como páginas web especializadas en botánica, que el propio equipo docente les proporciona. Estas herramientas buscan guiar al estudiantado en la selección de información verificada, reduciendo así los riesgos asociados a la sobrecarga de datos en sus investigaciones:

“Nosotros les damos un montón de páginas web que pueden usar como Flora Argentina, Flora del Cono Sur, International Plant Name Index, Trópicos, entre otras.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 2)

Durante el último año, al estudiantado que cursó la asignatura BSA se le facilitó un archivo — denominado *errores frecuentes* —, el cual fue incorporado al material de estudio de la unidad sobre Herbario. Este documento consistía en un listado que recopilaba las fallas más recurrentes identificadas en la presentación de Herbarios por parte del alumnado. La propuesta se basó en la idea de que, al contar con esta guía, las personas podrían evitar cometer dichos errores en sus trabajos.

Figura 7

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad leer el archivo que nos facilitó el equipo docente de cátedra llamado -errores frecuentes- donde se listaban los errores más frecuentes que tienen los estudiantes cuando realizan un Herbario.”

Fuente: elaboración propia.

Respecto a esta iniciativa, la mayoría del estudiantado (85%) manifestó que el material fue de gran utilidad para realizar la actividad. Por su parte, el 11% expresó inseguridad acerca de la efectividad de la herramienta, mientras que solo un 4% se mostró en desacuerdo con su implementación (Figura 7).

Entre los recursos digitales emergentes con potencial para el aprendizaje en Botánica, destacan las aplicaciones móviles de identificación de especies vegetales. En este marco, se exploró la preferencia del estudiantado por utilizar estas herramientas como apoyo en la creación de sus herbarios. Según los resultados, el 61% del alumnado consideró que el uso de aplicaciones botánicas fue clave para desarrollar su trabajo, el 13% manifestó indecisión al respecto, y únicamente el 25% rechazó su empleo durante el proceso, pese a su utilidad para el reconocimiento inicial de especies (Figura 8).

Estas aplicaciones, altamente demandadas, ofrecen múltiples opciones de descarga. Un ejemplo es *PlantNet*, diseñada para identificar especies a partir de imágenes capturadas con la cámara del teléfono. Al subir una foto de cualquier parte de la planta (hojas, tallos, flores, etc.), la app sugiere posibles coincidencias taxonómicas. Disponible gratuitamente en *App Store* y *Google Play*, incluye funciones como geolocalización, exploración de bases de datos colaborativas, agregado de notas y visualización de contribuciones de usuarias y usuarios a nivel global.

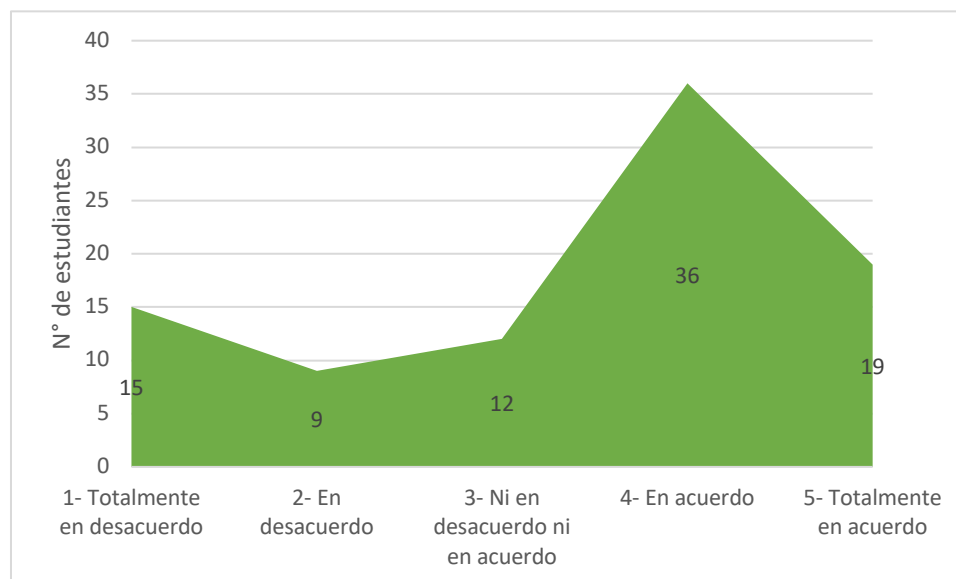
En las respuestas abiertas de los cuestionarios, el estudiantado reconoció emplear estas aplicaciones como apoyo parcial en la construcción de sus Herbarios. La mayoría destacó que, si bien las herramientas no son infalibles, sirvieron como punto de partida para luego contrastar los resultados con docentes o fuentes especializadas. Algunos testimonios recuperados ilustran esta perspectiva:

“Me ayudo bastante el hecho de conocer aplicaciones móviles que ayudan a reconocer especies a pesar de no ser 100% exactas y precisas” (Estudiante N° 19)

“Me acuerdo de que en una gira le preguntamos una planta al profe el nombre de la planta y a el profe no se le venía el nombre como que se le hizo una laguna, entonces una compañera le saco una foto con el teléfono y la busco en la aplicación de determinación y le dijo -Profe creo que es Lantana cámara- y el profe dijo si si es esa” (Estudiante N° 66)

Figura 8

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad usar aplicaciones móviles” *Fuente:* elaboración propia (2022).

Docentes de la cátedra se muestran a favor de las apps, pero al igual que los estudiantes advierten que se deben tomar precauciones para su uso y los alumnos deben ser guiados:

“Las apps botánicas están muy de moda en los alumnos, y si las usan responsablemente es interesante, ya que les permite construir conocimiento. Nosotros no le damos mucha atención, pero en un futuro sería interesante crear una propia base de datos de este estilo para que los alumnos puedan consultarla, si eso sería muy oportuno.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 2)

El profesorado de Botánica ha de conocer y ser a su vez usuario de las distintas aplicaciones disponibles en la red para la docencia. Como se ha indicado en ocasiones (Cruz-Barragán y Barragán-López, 2014), a menudo el alumnado suele ir un paso por delante del profesorado en lo que se refiere a la utilización de las TIC. Es cierto que el uso de las TIC potencia y estimula la exploración, comunicación y pensamiento crítico y reflexivo del alumnado dentro y fuera del aula (Basantes et al., 2017), pero no debe olvidarse que también tiene que estudiarse y comprenderse la base de todo ese conocimiento (Matalma Riquelme, 2016). El alumnado está utilizando las que mejor motor de búsqueda tienen como son *PlantNet*. Esta app funciona, por los aportes de sus propios usuarios a las librerías con sus fotos o identificaciones, en ocasiones erróneas, por lo que una vez obtenidos los resultados deben realizarse comprobaciones complementarias. El mayor problema de las identificaciones por foto para su uso científico es que la mayoría de las determinaciones se realizan a través de caracteres florales. Esto puede llevar a error, ya que la morfología floral puede ser muy homogénea dentro de los géneros e incluso en las familias, por lo que para un estudiante de IA estas aplicaciones sólo ayudan a determinar al nivel de familia y género, pero difícilmente al nivel específico. Así, aunque estas aplicaciones ayuden, el alumnado debe ser crítico y utilizar también las claves dicotómicas para la determinación (Crespo Villalba et al., 2019). Un relato de un estudiante puede dar cuenta de lo expresado y de la necesidad de animarse al uso de las aplicaciones como un soporte y no como un remplazo en el proceso de identificación y de la posterior co-construcción del Herbario:

“Estaría bueno hacer una actividad que consista en reconocer especies con ayuda de las aplicaciones móviles, hacer un primer acercamiento con la aplicación y luego con las claves ver si realmente se trata de esa especie. Note que las aplicaciones muchas veces no aciertan la especie, si son bastante acertadoras en cuanto a familia o hasta el género” (Estudiante N° 23)

4.2.2. Las consultas, el diálogo y el trabajo colaborativo

En la construcción del Herbario, los espacios de *consulta* con docentes, estudiantes avanzados y pares resultan valiosos para la co-construcción del conocimiento. Durante la asignatura, los/las docentes ofrecen instancias de diálogo que facilitan la comprensión y el aprendizaje de la Botánica (Wood, Bruner y Ross, 1976; Foresto, Manavella y Martin, 2020).

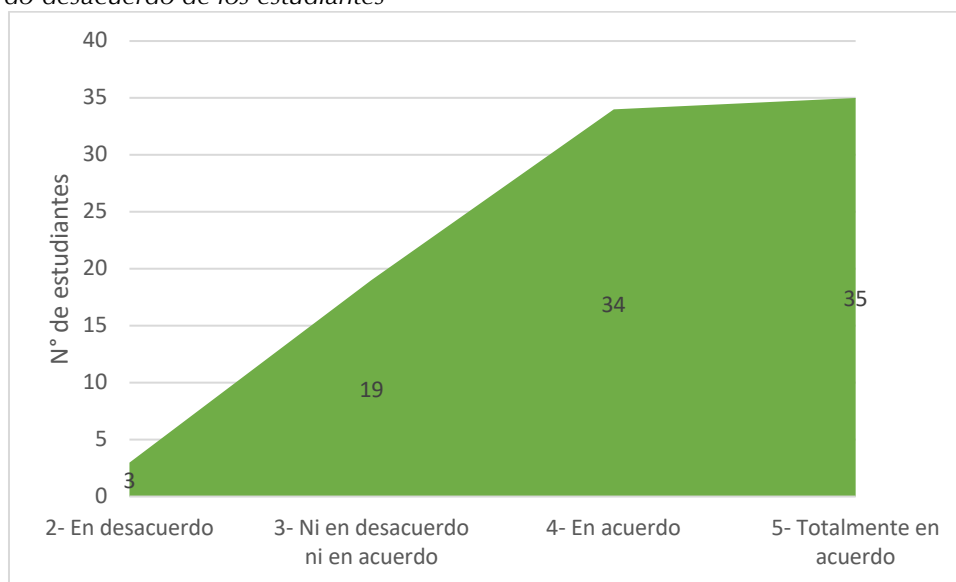
La cátedra propone diversas estrategias de acompañamiento: la Clase 1 (Introducción y Herbario), una gira de campo de 6 horas para la observación y recolección de especies, y clases de consulta tanto presenciales como a través del foro virtual “Herbario: ¿consultas?” en EVELIA-UNRC.

En este sentido preguntamos al alumnado sobre cuan beneficiosas fueron estas diferentes instancias de encuentro docente-estudiante en el proceso de elaboración de su Herbario y opinaron lo siguiente:

Con respecto a la *clase N° 1 de Introducción a la materia y Herbario*, el alumnado en su mayoría (76%) considero que esta clase fue muy beneficiosa, un porcentaje menor (21%) no estuvo ni en acuerdo ni en desacuerdo con la contribución de la clase en el proceso de elaboración de su Herbario, sin embargo, fue muy bajo el porcentaje de alumnos que estuvieron en desacuerdo (3%) (Figura 9).

Figura 9

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: "Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad clase práctica N° 1 donde se trabajó la temática -Herbario" Fuente: elaboración propia.

Con relación a la implementación de la *gira de campo* (Figura 10) el alumnado respondió positivamente a la implementación de la gira. El 91% considero estar de acuerdo con que la implementación de la gira de campo fue de gran ayuda para poder construir su Herbario, el 6% estuvo indeciso y solo el 4 % no estuvo de acuerdo con la implementación de la gira a campo (Figura 11).

Figura 10

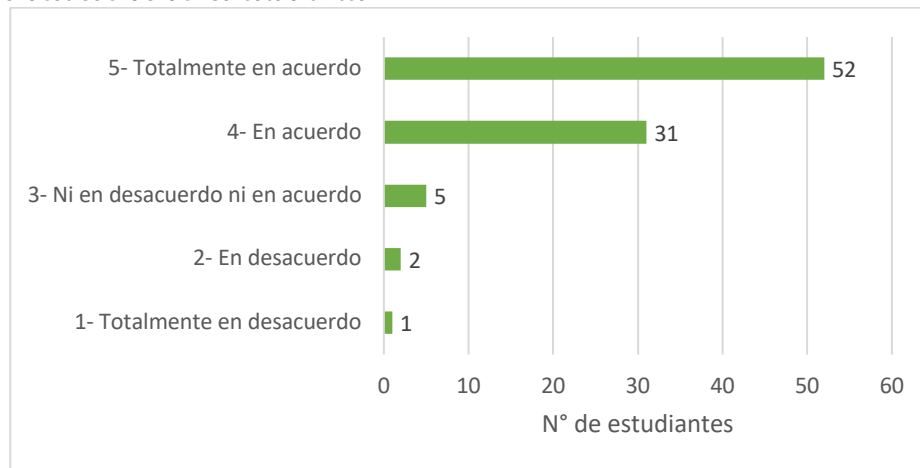
La gira de campo



Nota: Fotografía de la gira de campo. En la imagen se observa a la docente dialogando con los alumnos sobre la especie que tienen en frente llamada *Robinia pseudoacacia* (Acacia blanca). Fuente: fotografía propia.

Figura 11

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad la gira de campo realizada durante la cursada de la asignatura” *Fuente:* elaboración propia.

En este sentido, un docente de la asignatura también reconoce la importancia de las instancias de estas salidas a campo, ya que las mismas permiten el contacto de los alumnos con las especies y a su vez pueden contar con el diálogo con el profesor por lo que se configuran como un importante contexto de aprendizaje y un recurso valioso para contribuir a la colecta de especies:

“Las salidas a campo son muy importantes para los alumnos, porque pueden tener contacto con las especies e ir eligiendo algunas que les resulten interesantes para su incluirlas en su Herbario [...]. Siguiendo los prácticos también ellos construyen el Herbario, yo creo que la mayoría con los prácticos van construyendo el herbario.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 2)

Por último, el alumnado advierte que estos espacios ofrecen un gran apoyo en la realización de su Herbario permitiéndoles compartir, interactuar y discutir con docentes y sus compañeros/as. Además, son sitios muy atractivos porque promueven la conexión con la naturaleza (Sanders, Ryken y Stewart, 2018) y permiten explorar el entorno natural fomentando la estimulación de los sentidos, a través de diferentes aromas de diversas flores, de apreciar con la vista un cedro con sus conos apareciendo, sentir con el tacto el pinchazo de la espina de una cactácea o la textura de alguna hoja, etc. En simples palabras, esta experiencia se transforma en “aula viva” que permite “navegar por la naturaleza”, pudiendo tocar, oler, escuchar y mirar todo eso que se aprende en el “aula convencional” por medio de un libro de texto o manual de clase (Aguilera, 2018). En palabras del alumnado:

“Me encanto salir al campo a recolectar especie con los docentes” (Estudiante N° 2)

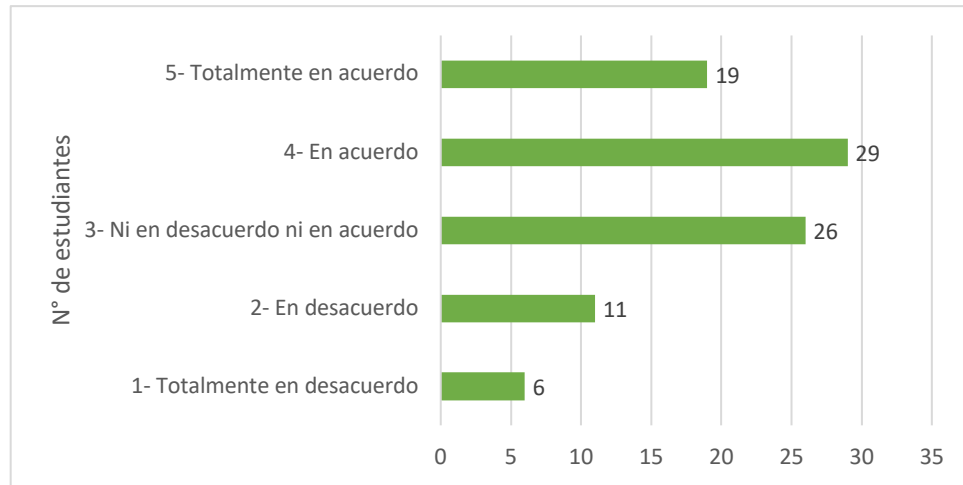
“La recolección, es decir, salir al exterior y observar las plantas, reconocerlas y tomarlas para luego herborizarlas, tener una materia que requiera de ejercicio prácticos a campo como éste fue de mucha ayuda sabiendo que estamos constantemente al frente de una computadora.” (Estudiante N° 22)

“Las salidas a campo son muy incentivadoras para la materia, donde se pueden tocar, oler y observar las especies.” (Estudiante N° 43)

En relación con la *clase de consulta* pudimos observar que las mismas son un recurso valioso para el estudiantado, el 53% estuvo en acuerdo, el 29% se tornó indeciso y el 18% estuvo de acuerdo (Figura 12). Con relación a las consultas, los alumnos opinaron que las consultas por mail son menos efectivas que las presenciales, los resultados mostraron que solo el 34% estuvo de acuerdo con esta afirmación, mientras que el porcentaje de indecisión fue muy grande 44% y el 22% se mostró en desacuerdo con esta afirmación (Figura 13).

Figura 12

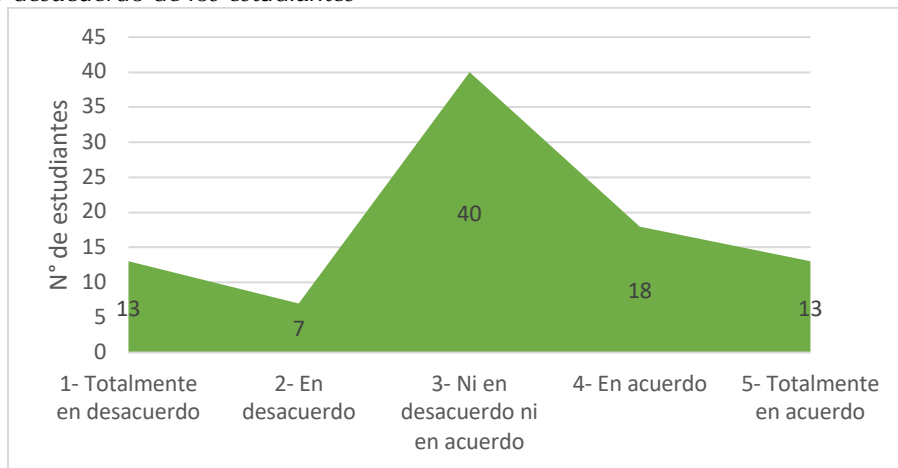
Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: "Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad las clases de consulta brindada por los docentes de la cátedra (modalidad on-line por google meet)" *Fuente:* elaboración propia.

Figura 13

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: "Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad comunicarme por los docentes por mail para evacuar dudas" *Fuente:* elaboración propia.

Los docentes creen que las clases de consulta son un apoyo importante para los estudiantes porque

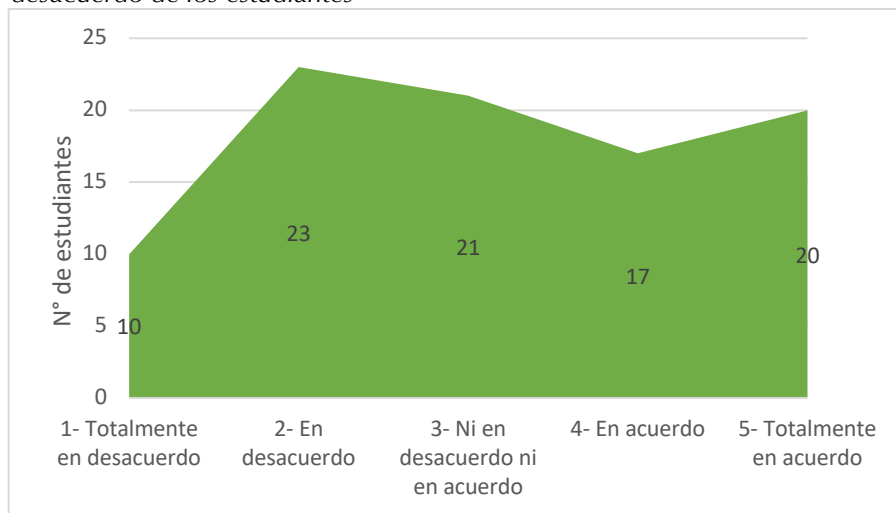
fomentan el trabajo en grupo, ya que el mismo es muy beneficioso para la construcción del Herbario. En palabras de los docentes:

“Primero que si nosotros le damos apoyo tanto en la clase práctica como también en clase de consulta y también nosotros estimulamos trabajo en grupo, siempre le decimos para hacer un Herbario mejor es hacerlo de a dos porque uno vamos al campo o ello determina tal especie uno se ayuda con el otro, el trabajo individual es más difícil, se puede hacer no hay problema pero es más difícil nosotros apoyamos el trabajo en grupo y que las dudas las vayan trayendo a la clase práctica y si no le damos una clase de consulta aparte , todas las mañanas hay consulta durante la cursada, no hace falta que sea el profesor que dio el práctico obviamente.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 1).

Por último, pareció interesante indagar acerca de cómo los estudiantes responden acerca de la contribución del *foro virtual* implementado en la asignatura. Con relación a esto observamos que es una herramienta un tanto selectiva, ya que si bien un porcentaje se mostró de acuerdo (40%), otro estuvo en desacuerdo con su contribución (36%) y algunos se mostraron indecisos (24%) (Figura 14). En el foro observamos que ese 40% que respondió afirmativamente participo activamente en el foro y fue una contribución sobre todo para poder determinar especies que les resultaban difíciles de determinar, para evacuar dudas acerca del llenado de las tarjetas del Herbario o incluso para la confección del Herbario propiamente dicho (tipo de papel a usar, medidas del Herbario, pautas de realización entre otros), incluso sirvió como un medio de comunicación (por ejemplo conocer fechas de entrega o solicitar algún material teórico).

Figura 14

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “Para ayudarme a la realización del Herbario me fue de mucha utilidad usar el foro virtual de la plataforma EVELIA-UNRC llamado -Herbario ¿Consultas? -” *Fuente:* elaboración propia.

El profesorado expresa que el trabajo en el foro ayudo a la co-construcción de su Herbario ya que, a través de la duda, las consulta y los intercambios que allí se producían podía ir ayudándose y colaborando entre ellos para cumplir con el objetivo. El siguiente fragmento de la entrevista realizada a un docente de la cátedra, puede ilustrar lo expresado anteriormente:

“Me parece que fue sumamente positiva la construcción del foro porque ellos mismo en las encuestas que hemos hecho ellos te dicen que el foro le fue sumamente útil, ellos ahí intercambiaron, pudieron construir

colectivamente sus conocimientos, porque se autocorregían, ellos participaban en forma activa.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 1)

En relación con la metodología de trabajo en el foro, docentes expresaron que era libre, pero se buscaban que las inquietudes surjan primeramente desde el estudiantado y luego docentes puedan acompañar en ese trayecto, también se fomentaba el intercambio entre ellos y finalmente el docente intervenía cuando se generaban diferentes situaciones de debate:

“La idea era que participaran ellos primero y ellos fueran volcando sus pareceres y después nosotros íbamos detrás, viendo si estaba bien o mal, puede que llegado un momento que la construcción se iba dando más cerca de la época de entrega y eso generaba que en algún momento nosotros fuéramos más rápido [...], pero así todo hubo mucha participación y los foros lo hemos utilizado en esta ocasión y en otra y hemos visto muy buena participación.” (Entrevista a docente de la asignatura BSA N° 2)

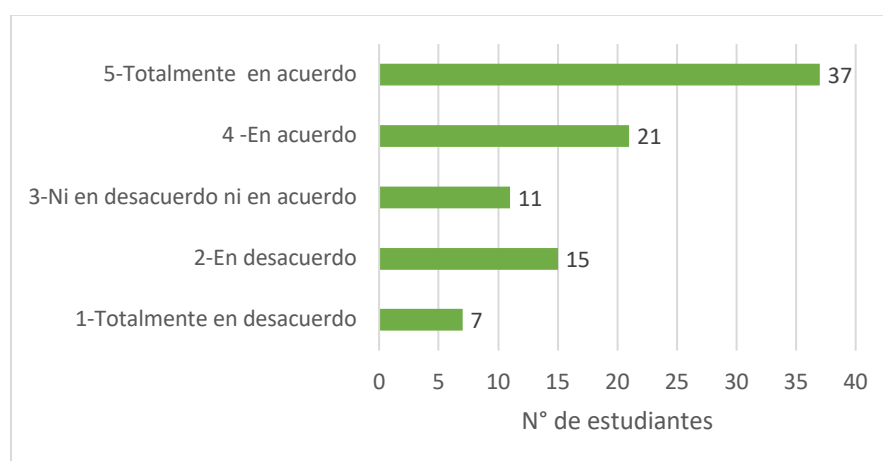
4.3. Aprendizaje más allá del aula durante la colecta de especies para el Herbario

La colecta de especies es una parte clave en el proceso de elaboración del Herbario. Se debe elegir un lugar a donde se encuentren plantas que se desean estudiar. Aquí se debe llevar libreta de campo, bolsas de plástico, tijeras de podar y lápiz para hacer anotaciones (López y Rosas, 2002). El proceso de recolección de las especies puede ser muy personalizado en cuanto a las formas, lugares y equipo de recolección (una sola persona o grupos). Por eso mismo, conocer más acerca de cómo se lleva a cabo, puede brindarnos algunos acercamientos para poder conocer de qué forma se construyen estos saberes y contextos.

En este sentido, en primer lugar, se profundizó acerca de los lugares (ambientes naturales) que el alumnado elige para realizar la recolección de las especies. El alumnado manifestó que prefieren elegir lugares que van “más allá del aula”, es decir del recinto del campus universitario donde se realizan los prácticos de campo con los docentes. El 65% opinó que las especies las colecta cerca de sus hogares o en los alrededores (jardín o vereda de su casa, una plaza verde, un parque, entre otros) (Figura 15). Mientras que un porcentaje menor estuvo de acuerdo con que la mayoría de las especies de su Herbario fueron recolectadas en las salidas a campo ofrecidas por la asignatura (36%) (Figura 16).

Figura 15

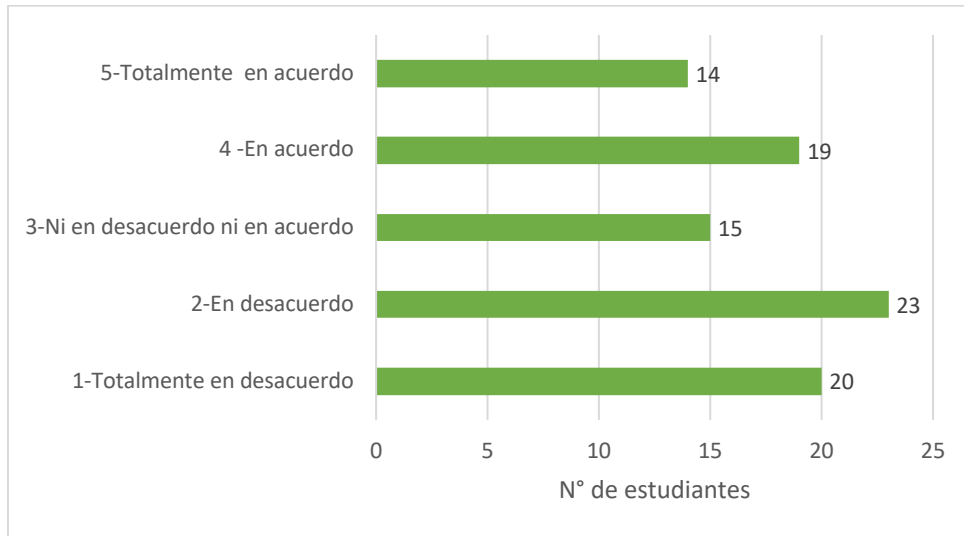
Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La mayoría de las especies de mi Herbario las recolecté en mi casa o alrededores (jardín, plaza, vereda, parque, etc.)” Fuente: elaboración propia.

Figura 16.

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes

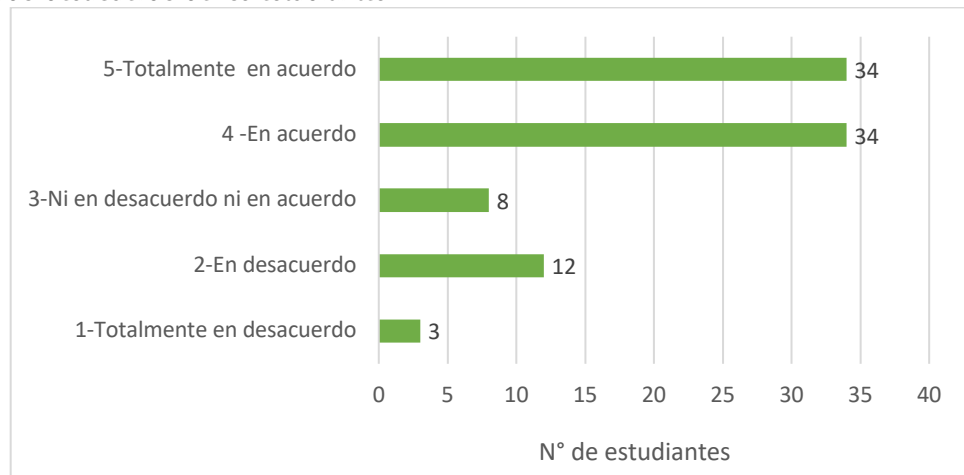


Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La mayoría de las especies de mi herbario las recolecte en las clases prácticas brindadas por la asignatura.” *Fuente:* elaboración propia.

En segundo lugar, quisimos averiguar si los estudiantes prefieren trabajar solos en la recolección de las especies o lo realizan con otras personas. En esta línea la mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo que un gran porcentaje de las especies de su Herbario las colectaron solos (75%) (Figura 17). Cuando consultamos acerca de la posibilidad de que las especies las colectaran con sus compañeros en conjunto en horarios fuera de clase, un porcentaje muy bajo (26%) estuvo de acuerdo, mientras que el 63% se mostró en desacuerdo y el 11% no estuvo ni en acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación (Figura 18). Por otro lado, cuando les consultamos acerca de si lo hacían con ayuda de familiares un tercio del total de consultado estuvo de acuerdo (36%) (Figura 19).

Figura 17

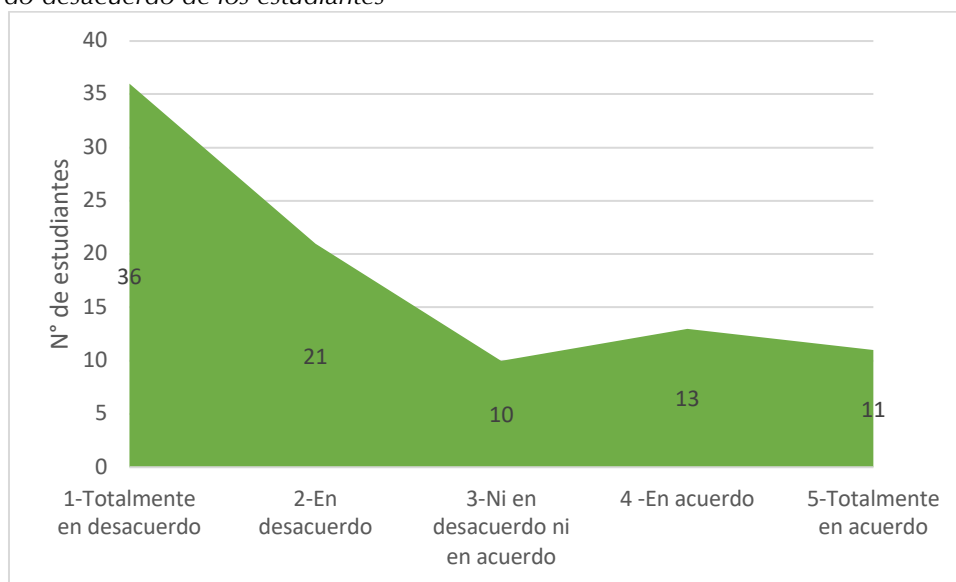
Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La mayoría de las especies de mi Herbario las recolecté solo” *Fuente:* elaboración propia.

Figura 18.

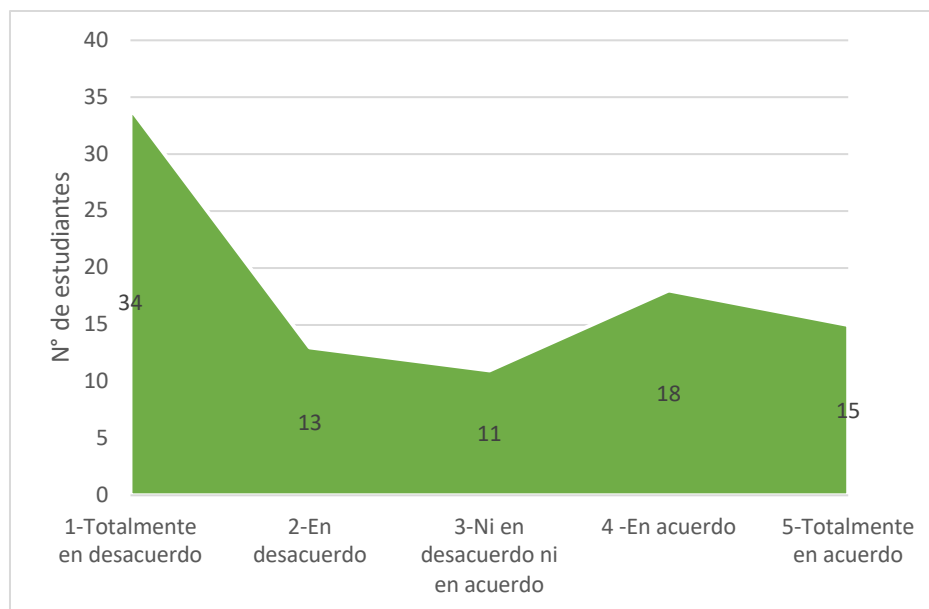
Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La mayoría de las especies de mi Herbario las recolecté con mis compañeros en horarios fuera de clase” *Fuente:* elaboración propia.

Figura 19.

Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes



Nota: Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (n:91) con la afirmación: “La mayoría de las especies de mi Herbario las recolecté con ayuda de algún familiar (hermanos/as, primos/as, padre o madre, abuelos/as, etc.)” *Fuente:* elaboración propia.

5. Consideraciones finales

A lo largo del desarrollo de la investigación, advertimos que no sólo se generaron oportunidades para la construcción de habilidades técnicas, vinculadas al saber y saber hacer, entre las que se destacaron, la capacidad de observación a campo como un habilidad importante en para la identificación de las especies a través de sus caracteres exomorfológicos (Aguilera, 2018) y los aspectos metodológicos que conciernen a la elaboración del Herbario, entre los que el alumnado valoró el aprender todo el procedimiento de herborización de una especie (Baró Oviedo et al., 2017); sino que además se construyeron habilidades socioemocionales, tales como la empatía, las relaciones interpersonales y la responsabilidad social y el trabajo colaborativo; potenciando en el estudiantado el sentido de pertenencia del grupo con la actividad (Rinaudo, Paoloni y Martín, 2019). En esta dirección, el alumnado destacó que se ayudaron en la recolección de especies, la elaboración de una tarjeta de Herbario, o simplemente le dieron animo a un compañero que tenía emociones contradictorias con la actividad, pudiendo así disfrutar de las instancias de aprendizaje grupales, participar y compartir experiencias de aprendizaje con sus pares y construir vínculos con el resto de sus compañeros de cursado.

Para la construcción de su Herbario el alumnado emplea diversos recursos que permiten su realización. El grupo de estudiantes que participó del estudio le da gran significatividad al uso de apps de identificación de especies y la consulta a páginas web de flora. Las apps botánicas son muy utilizadas por los estudiantes para conocer el nombre científico de las especies (Rodríguez de la Cruz et al., 2019), mientras que las páginas web, suelen consultarse una vez realizada la identificación para obtener precisiones sobre la especie en relación a los caracteres de las mismas u otra información que se requiera para el llenado de la tarjeta de Herbario. En el ámbito de la Botánica, existen en el mundo digital iniciativas diversas por parte de compañías y grupos de investigación, como páginas web, portales digitales y aplicaciones para dispositivos móviles con diversos objetivos (Crespo Villalba et al., 2019). En este sentido el alumnado reconoce que el profesorado no suele propiciar en las clases el uso de las apps botánicas, y por lo tanto no puede aprovecharse todo el potencial que estas tienen para el desarrollo de la tarea. El uso de las TIC potencia y estimula la exploración, comunicación, pensamiento crítico y reflexivo del alumnado dentro y fuera del aula (Basantes et al., 2017).

Las salidas a campo como la oportunidad de explorar, descubrir y redescubrir. Las mismas juegan un papel importante como actividades con fines educativos desarrolladas fuera del aula, en un ambiente interactivo, capaz de proveer oportunidades de experiencias. En relación con los aportes de este estudio vinculados a la importancia de las salidas a campo, advertimos que la posibilidad de habitar estos espacios permitió a los alumnos compartir, interactuar y discutir con docentes y sus compañeros, por lo que funcionaron como espacios de intercambio, consulta y observación (Aguilera, 2018). Aunque las salidas a campo con docentes que formaban parte de la asignatura fueron importantes para realizar la colecta de especies, proceso clave en la construcción de sus Herbarios, no fue el único; el alumnado advirtió incluso que la mayoría de las especies de sus Herbarios las recolectaron en diferentes entornos verdes como sus casas, parques, plazas, entre otros, realizándolo solos, con compañeros de clases o ayudados por otros familiares, lo que permitió vislumbrar como la construcción del Herbario es un proceso complejo y amplio.

Consideramos que el estudio del Herbario permitió vislumbrar la necesidad intensificar la investigación sobre la Educación en entornos de aprendizaje fuera del aula como los jardines botánicos, los viveros, los patios de las casas, las quintas, huertas; como entornos favorables para aprender Botánica y confeccionar un Herbario. El análisis de datos muestra, que la elaboración del Herbario fue más allá de las fronteras del aula, los alumnos se encontraron transitando diversos contextos con sus compañeros, amigos, familiares. Así las áreas naturales, los espacios verdes, las plazas, los jardines botánicos, los amigos, familiares, incluso internet son espacios que, de manera paulatina, hibridados con el contexto

formal universitario puede crear espacios integrales para promover el aprendizaje verde (Foresto, 2022). Sería interesante empezar a pensar en esta dimensión o aspecto que hace al aprendizaje en la diversidad, ya que el entrelazamiento de distintos ambientes de aprendizaje está mostrando resultados interesantes, que abren perspectivas muy prometedoras (Reiss y McComas, 2020).

Bajo una perspectiva de continuidad, consideramos la realización de futuras investigaciones que aborden la formación del profesorado de Botánica, desde estos enfoques, resultaría una intervención novedosa, en las prácticas educativas, comenzar a trabajar con la incorporación de innovaciones pedagógicas que contemplen las múltiples posibilidades que ofrece la naturaleza para aprender Botánica y las TIC (Acedo et al., 2020). Sin duda las posibilidades que ofrecen estos recursos digitales que se abordaron en el estudio como internet, la páginas web botánicas y las apps de identificación de especies nos permite, y al mismo tiempo nos impulsa, a aprender más allá de los contextos en los que transitamos repetidamente docentes y estudiantes; trascendiendo los límites temporales y espaciales que hoy ofrece la educación formal, incorporando prácticas alternativas que enriquezcan las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (Cobo y Moravec., 2011).

6. Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a las y los estudiantes que cursaron la asignatura Botánica Sistemática Agrícola durante la cohorte 2022, cuya participación comprometida, disposición al trabajo y aportes reflexivos resultaron fundamentales para el desarrollo de este estudio. Asimismo, agradecemos a las y los docentes de la cátedra por su colaboración, acompañamiento y contribuciones pedagógicas, que enriquecieron tanto el proceso de enseñanza como la construcción de los resultados aquí presentados.

7. Contribución de autores

Autor 1: conceptualización, diseño metodológico, investigación, curación de datos, análisis formal, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición, supervisión, administración del proyecto. Autor 2: investigación, curación de datos, análisis formal, redacción – revisión y edición, apoyo en la visualización. Autor 3: investigación, apoyo en la curación de datos, revisión del manuscrito. Autor 4: colaboración en la investigación, revisión del manuscrito.

8. Declaración de fuentes de financiación

Este estudio fue financiado por los Proyectos de Innovación e Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de Grado (PIIMEG) de la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT). La entidad financiadora no tuvo participación en el diseño del estudio, la recolección y análisis de los datos, la interpretación de los resultados ni en la redacción o decisión de publicación del manuscrito.

9. Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT con el propósito de asistir en la redacción, reorganización y mejora del estilo académico del manuscrito. Posteriormente, los autores revisaron, editaron y validaron íntegramente el contenido, asumiendo la total responsabilidad por la precisión, integridad y originalidad del trabajo presentado.

10. Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

11. Referencias

- Acedo, C., Alfaro Saiz, E., Alonso Villadangos, Y., Fernández Salegui, A. B., Fernández Santos, D., González Sierra, G., y Trabajo Pérez, S. (2020). Prácticas de alto impacto y aprendizaje activo para la adquisición de competencias específicas en botánica. *Ambiociencias*, 18(1), 106-120. <https://doi.org/10.18002/ambioc.v0i18.6557>.
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 1-17. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103 <http://reuredc.uca.es>.
- Ávila, R. (2008). La observación, una palabra para desbaratar y re-significar. *Revista Guillermo de Ockham*, 6(1), 15-26.
- Baró Oviedo, I., R. Oviedo Prieto, R. Echevarría Cruz, R. Verdecia, J. Ferro Díaz, R. Rosa Angulo y I. M. Fuentes Marrero (2017). Creación y manejo de herbarios. Pp. 152-167. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
- Bar-On, R. (1997). *EQ-i, Bar-On Emotional Quotient Inventory: A measure of emotional intelligence*. (Technical manual). Toronto, Canada: Multi-Health Systems.
- Basantes, A. V., Naranjo, M. E., Gallegos, M. C. y Benítez, N. M. (2017). Los dispositivos móviles en el proceso de aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación Universitaria* 10(2), 79–88. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200009>.
- Bridson, D., y Forman, L. (1999). *The Herbarium Handbook-3rd Edition* Reprinted.
- Cobo, C., y Moravec, J. W. (2011). *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. [Barcelona][Sevilla]: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona; Universidad Internacional de Andalucía.
- Crespo Villalba, M. B., Alonso Vargas, M., Martínez-Azorín, M., Alba, C., Pena-Martín, C., Ibáñez Rodríguez, A., y Villar García, J. L. (2019). 6. La docencia de la Botánica a través de aplicaciones móviles especializadas. *UA ICE*, 69.
- Cruz-Barragán, A. y Barragán-López, A. D. (2014). Aplicaciones móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Enfermería. Salud y Administración. *Revista Educar* 1(5), 51–57.
- Cuadros, D. (2009). Investigación cualitativa en el contexto natural: la observación participante. Barcelona: UIC.
- Echeverría, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., y Gonzalez, E. M. (2021). Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen–science platform iNaturalist as a collaborative tool in secondary education. *Sustainability*, 13(2), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su13020735>
- Escobar-Pérez, J., y Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- Foresto, E. (2021). ¿Cómo aprender botánica sin morir en el intento? Una aproximación para docentes, estudiantes y aprendices informales. *Revista Universitaria del Caribe*, 27(02), 48-57. <https://doi.org/10.5377/ruc.v27i02.13569>.
- Foresto, E. (2022). Más allá del aula: Los Jardines Botánicos como recursos educativos y contextos de aprendizaje. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (43), 107-122. <https://doi.org/10.7203/dces.43.20256>.
- Foresto, E. (2025). Páginas verdes: herbarios como herramientas educativas. *Revista Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (122), 56-61.
- Foresto, E., Amuchástegui, A., Nuñez, C. O., y Ibarra, L. E. (2022). El banco de semillas del suelo. Una metodología experimental sencilla, reproducible y de bajo costo para aprender sobre la biología de las malezas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 19(1),1-18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1203.
- Foresto, E., Manavella, A., y Martín, RB. (2020). Construcción de ecosistemas de aprendizaje en clases de consulta en formación superior. *Revista Universitaria Del Caribe*, 25(02), 22 – 31. <https://doi.org/10.5377/10.5377/ruc.v25i02.10472>.

- Foresto, E., y Martin, R. B. (2020). Acercamientos a la conceptualización de la botánica un estudio con ingresantes de ingeniería agronómica. *Bio-grafía*, 13(25), 113-125. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num25-12322>.
- González Maura, V. (2006). La formación de competencias profesionales en la universidad. Reflexiones y experiencias desde una perspectiva educativa. *XXI, Revista de Educación*, 8, 175-187.
- Hernandez Sampieri, R.; C. Fernandez Collado y Baptista L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. Editorial Mc Graw-Hill / Interamericana Editores S.A.
- James, S. A., Soltis, P. S., Belbin, L., Chapman, A. D., Nelson, G., Paul, D. L., y Collins, M. (2018). Herbarium data: Global biodiversity and societal botanical needs for novel research. *Applications in plant sciences*, 6(2), 1-8. <https://doi.org/10.1002/aps3.1024>.
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 15(1), 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2012.10.002>.
- Leguizamon, G. (2014). La construcción de saberes pedagógicos en la formación del profesorado. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 12(1), 35-54. <https://doi.org/10.15366/reice2014.12.1.003>.
- López, R. G. y U. Rosas L. 2002. *El Herbario. Serie Apoyos Académicos. Universidad Autónoma de Chapingo*, Editorial Chapingo.
- Loureiro, J. D. O., y André Dal-Farra, R. (2018). Botany and environmental education in elementary school in Brazil: Articulating knowledge, values, and procedures. *Environmental Education Research*, 24(12), 1655-1668. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1343280>
- Martín, R.B.; Paoloni, P. V. y Rinaudo, M. C. (2019). Senderos promisorios para futura investigación sobre comunidades de aprendizaje y de práctica. En R. B. Martín, M. C. Rinaudo y P. V. Paoloni (Ed.), *Comunidades. Estudios y experiencias sobre contextos y comunidades de aprendizaje* (pp. 197-207).
- Matamala Riquelme, C. (2016). Uso de las TIC en el hogar: Entre el entretenimiento y el aprendizaje informal. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(3), 293-311. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000400016>.
- Reiss, M. J., y McComas, W. F. (2020). Informal learning sites and their role in communicating the nature of science. In *Nature of science in science instruction* (pp. 711-729). Springer, Cham.
- Rodríguez de la Cruz, D., Amich García, F. M., Elías Rivas, M. J., Pérez Gorjón, S., Sánchez Agudo, J. A., y Sánchez Rodríguez, J. A. (2019). Actualización de prácticas de campo en el ámbito de la botánica mediante el uso de aplicaciones presentes en teléfonos móviles.
- Sanders, D. L., Ryken, A. E. y Stewart K. (2018) Navigating nature, culture and education in contemporary botanic gardens, *Environmental Education Research*, 24(8), 1077-1084. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1477122>.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid, España. Editorial Morata.
- Stake, J. (1998). *Investigación con estudios de caso*. Madrid, España. Editorial Morata.
- Sundberg, J. (2004). Identities in the making: conservation, gender and race in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Gender, Place & Culture*, 11(1), 43-66. <https://doi.org/10.1080/0966369042000188549>.
- Wood, D., Bruner, J. S. y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Zorrilla, E. G., y Mazzitelli, C. A. (2021). Aproximación multimetodológica en el estudio de las representaciones sobre Trabajos Prácticos de Laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 101-118. [10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2601](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2601)



MUSIC AND POETRY AS COGNITIVE MEDIATORS IN CHEMISTRY LEARNING: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH IN HIGH SCHOOL

MÚSICA Y POESÍA COMO MEDIADORAS COGNITIVAS EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA: UN ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

MÚSICA E POESIA COMO MEDIADORAS COGNITIVAS NA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO

Gabriella Maria Candida Feliciano Dias*^{ID}, Mayker Lazaro Dantas Miranda**^{ID}

Dias, G. M. C. F., Miranda, M. L. D. (2026). Music and Poetry as Cognitive Mediators in Chemistry Learning: an Interdisciplinary Approach in High School. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e-23299. <https://doi.org/10.14483/23464712.23299>

Resumen

Este estudio investiga la integración entre Química y géneros literarios como un enfoque interdisciplinario para promover el aprendizaje significativo en la educación secundaria. La investigación se caracteriza como una intervención pedagógica de naturaleza cualitativa, que involucró a 160 estudiantes de primer año de educación media técnica. La propuesta se estructuró en tres etapas: identificación e interpretación de conceptos químicos en letras de canciones y poemas, producción de textos originales con contenido científico y selección de producciones representativas para su análisis. Los datos estuvieron constituidos por las interpretaciones escritas y producciones creativas de los estudiantes, analizados mediante un enfoque de análisis temático cualitativo, considerando la precisión de los conceptos químicos, la traducción del lenguaje cotidiano al lenguaje científico y la integración entre la expresión artística y el conocimiento científico. Los resultados indican que los estudiantes fueron capaces de identificar, reinterpretar y reconstruir conceptos químicos a través del lenguaje literario y musical, evidenciando el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, como la abstracción, la interpretación y la transferencia de conocimiento. Además, el proceso de creación de poemas y letras de canciones mostró que el lenguaje metafórico puede actuar como mediador cognitivo, facilitando la comprensión conceptual sin comprometer la rigurosidad científica. Los hallazgos sugieren que la integración del lenguaje artístico en la enseñanza de la Química promueve el compromiso cognitivo, afectivo y creativo, contribuyendo a

* Graduanda em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazi. gabriellamariacandida@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0009-0000-5790-6442>.

** Doutor em Química. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Campo Grande, MS, Brazil. mayker.dantas@ifms.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4689-572X>

procesos de aprendizaje más contextualizados y significativos. Este estudio amplía las posibilidades metodológicas en la educación científica al destacar el potencial pedagógico de enfoques interdisciplinarios que articulan los dominios científico y artístico.

Palabras Clave: enseñanza de la química; lenguaje químico; lenguaje emocional; protagonista del conocimiento.

Abstract

This study investigates integration of Chemistry and literary genres as an interdisciplinary approach to promote meaningful learning in High School. It has a qualitative educational intervention design involving 160 High School freshmen enrolled in technical programs. The pedagogical proposal was structured in three stages: identification and interpretation of chemical concepts in lyrics and poems, production of original texts incorporating scientific content and selection of representative students' productions for analysis. Data consisted of students' written interpretations and creative productions, which were examined through a qualitative thematic analysis, focusing on the accuracy of chemical concepts, translation of everyday language into scientific language and integration between artistic expression and scientific knowledge. Results show that students were able to identify, reinterpret and reconstruct chemical concepts through literary and musical languages, a fact that points out the development of higher-order cognitive skills, such as abstraction, interpretation and knowledge transfer. Furthermore, the process of creating poems and lyrics revealed that metaphorical language may act as a cognitive mediator, facilitating conceptual understanding without compromising scientific accuracy. The findings suggest that the integration of artistic language into Chemistry teaching fosters cognitive, affective and creative engagement, contributing to more contextualized and meaningful learning processes. This study expands methodological possibilities in Science Education by highlighting the pedagogical potential of interdisciplinary approaches that connect scientific and artistic domains.

Keywords: Chemistry teaching; chemical language; emotional language; protagonist of knowledge

Resumo

Este estudo investiga a integração entre Química e gêneros literários como uma abordagem interdisciplinar para promover a aprendizagem significativa no ensino médio. A pesquisa caracteriza-se como uma intervenção pedagógica qualitativa, envolvendo 160 estudantes do primeiro ano do ensino médio técnico. A proposta foi estruturada em três etapas: identificação e interpretação de conceitos químicos em letras de músicas e poemas, produção de textos autorais com conteúdo científico e seleção de produções representativas para análise. Os dados foram constituídos pelas interpretações escritas e produções criativas dos estudantes, analisados por meio de uma abordagem qualitativa de análise temática, considerando a precisão dos conceitos químicos, a tradução da linguagem cotidiana para a linguagem científica e a articulação entre expressão artística e conhecimento científico. Os resultados indicam que os estudantes foram capazes de identificar, reinterpretar e reconstruir conceitos químicos por meio da linguagem literária e musical, evidenciando o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, como abstração, interpretação e transferência de conhecimento. Além disso, o processo de criação de poemas e letras de músicas revelou que a linguagem metafórica pode atuar como mediadora cognitiva, favorecendo a compreensão conceitual sem comprometer o rigor científico. Os achados sugerem que a integração da linguagem artística ao ensino

de Química promove engajamento cognitivo, afetivo e criativo, contribuindo para processos de aprendizagem mais contextualizados e significativos. Este estudo amplia as possibilidades metodológicas no ensino de Ciências ao evidenciar o potencial pedagógico de abordagens interdisciplinares que articulam os domínios científico e artístico.

Palavras-Chave: ensino de química; linguagem química; linguagem emocional; protagonista do saber.

1. Introduction

Actions that aim at intertwining teaching and everyday life are important in school. When we talk about everyday life, there is a kind of consensus among teachers, especially in High School since the term has been widely used and most believe it is easy to put the relation into practice. However, some studies have shown that this proposition simply does not exist. Contextualization is an approach that enables teachers to construct, with their students, a new meaning to common sense and enrich their previous knowledge with concepts and definitions so that they may learn how to learn (Sousa; Ibiapina, 2023).

Teachers who work pedagogically from the perspective of teaching contextualization with the use of Socio-scientific Issues (SCI) enable scientific knowledge to develop as the result of their problematization, discussion and negotiation (Oliveira et al., 2023). This way of teaching makes the acquisition of chemical concepts become relevant to students. Contextualization of chemical concepts and phenomena – to highlight the importance of this Science – encompasses not only practical applications to students' everyday lives but also critical analysis of their usefulness, use of natural resources and respect for the environment. When themes that interest students are addressed, Science lessons get more dynamic and students get more motivated (Oliveira et al., 2023).

In the process of contextualization, students are free to relate school knowledge to their everyday situations and construct meanings, transfer learning to other situations and create their own analogies (Gonçalves; Miranda, 2024). This process makes teaching more relevant, promotes students' commitment and enables teachers to be free to emphasize several aspects, besides the scientific ones. Therefore, contextualization should not merely be a background to teach students; it should intertwine the contents and be able to shape them besides enabling them to be shaped by the students themselves (Gonçalves; Miranda, 2024).

To discuss actual and relevant issues is a way of broadening citizens' scientific knowledge and of promoting interest in scientific and innovation careers. Formal and non-formal learning must be integrated to give voice to students and to put them at the center of the educational process by using active

pedagogical methodologies and developing authentic projects. Chemistry teaching connected to society's actual problems enables its theoretical concepts to become resources to read the world critically and to develop scientific culture in schools (Borges; Luz Jr, 2019; Carrijo et al., 2020).

Chemistry is a scientific discipline that encompasses numerous concepts, processes and transformations related to matter and its interactions. However, many students cannot make connections between the theory and actions they carry out in their everyday lives (Ferreira et al., 2020). Even though teachers give several everyday examples, many students cannot understand such concepts, mainly when the theory is full of calculations and equations. Chemistry is a curriculum component in High School but students experience an introduction to it at the end of Elementary School (9th grade). Knowledge in this field helps students to perceive chemical changes that are part of their everyday lives since it deals with the scientific study of matter constitution, its properties and its laws. As is often said, Chemistry is all around human beings; thus, we need to know it and understand it (Ferreira et al., 2020).

The literature has stated that it is hard to promote contextualized teaching if teachers' practices are based on traditional teaching. Contextualization must be used as a way of enabling not only understanding of scientific concepts that have been constructed throughout History but also comprehension of natural, social and political facts which are related to students' community and social reality. Contextualized Chemistry lessons make students participate actively and reflect on the issues; as a result, interesting questions and comparisons arise to enrich the dialogue with their teacher (Santos; Brandão, 2024).

It is fundamental that Chemistry be a useful course connected to the society; it cannot be just an abstract subject that "occupies space" in students' memories. Thus, we believe that contextualization must permeate teachers' work since it is a process and a practice that relates acquired knowledge to its origin and application (Silva; Bedin, 2023). Contextualization encompasses competences that insert Science into a historical, social and cultural process and acknowledgement and discussion of practical and ethical aspects of science in the world. Thus, contextualization in Chemistry instigates students' participation to broaden their knowledge, connect it to their experience and intensify and maximize processes of teaching and learning in basic Education satisfactorily. If contextualization is not found in practices of teaching and learning Chemistry, the following questions may arise: "Why do I study Chemistry if I will not use it in my life?"; "What's the use of studying Chemistry?"; and "Where can I use this content?" (Silva; Bedin, 2023).

Therefore, teachers must contextualize chemical and scientific contents with students' experiences and their application to society. When teachers do it, they play *the role of mediator of knowledge and help students to grasp concepts that are addressed in school and relate them to their everyday lives*. In this context, this study proposes an interdisciplinary approach that connects Chemistry,

literature and music as pedagogical tools to promote meaningful learning in High School. Although previous studies have explored contextualization strategies in Chemistry teaching, few investigations have examined the potential of lyrical and poetic language as mediators of scientific understanding. Therefore, this study aims to investigate how chemical concepts may be identified, interpreted and reconstructed through lyrics and poems in the High School educational context.

This study contributes to the field of Chemistry Education by proposing an interdisciplinary pedagogical model that integrates literary and musical languages as mediators of scientific learning, thereby expanding traditional approaches to contextualization in science teaching. To this end, the study investigates how such integration may support the understanding and reinterpretation of chemical concepts among High School students and addresses the following research question: *How can literary and musical languages contribute to the understanding and reinterpretation of chemical concepts by High School students?*

2. The meeting point between Chemistry and literary Art

Brazilian Chemical Education has increasingly gained more space and respect in fields that have already been technically consolidated (Organic Chemistry, Analytical Chemistry, Inorganic Chemistry and Physical Chemistry). Teachers and researchers have searched for new alternatives in their areas to make Chemistry teaching more attractive and to strengthen students' motivation and involvement in lessons. *However, how can it be done?*

A proposal that may contribute to this change is the use of literature and music. Literature has been considered an artistic sign that evokes several types of readings and interpretations. Poetry should be highlighted among different types of texts found in the literature. It is constituted as an artistic sign in a privileged representational way that evokes semiotic readings - denotative and connotative ones – because it may lead to stimuli of cognitive processes and construction of previously taught concepts through its aesthetic sign function. Among many principles that do not belong to our current discussion, there is one that reinforces that the school is the right place to read poetry in the teaching-learning process (Menezes; Vinha, 2020).

Art found in poems and lyrics is a textual genre that should be included in teachers' methodological strategies in the teaching process. These strategies provide moments in which students are capable of reading, producing, perceiving the importance of studying several genres, such as poetry, and connecting oral and written texts. The key point of the issue is to favor communication among students as a way of

sharing their readings and productions; as a result, they may intertwine both and share what they learned with the others (Santos; Santos, 2020).

In short, poetry is “everything that awakens the feeling of beauty” which may be recorded as a textual genre. A poem explores beauty by means of the lyrical and becomes a “composition in verse”. It should be highlighted that the mere exploration of a literary text does not mean that students’ views become more critical in tasks related to Chemistry teaching; such exposure must work with issues that are intrinsic to text reading, interpretation and extraction of chemical concepts (Ormay; Ramos, 2025). The following poem has a chemical theme that explores the characteristics of an alkaline metal (Na = sodium).

On the Wave of Sodium

I am Sodium,
I got no hate.
When I am with the water,
I don't hold grudges.
I explode with emotion,
In this reaction.
I don't waste my potential,
I'm cool.
My family is number one,
I get along well with everyone.
My period is the third,
I'm its partner.
There is a special halogen,
I bind to all, but chlorine...
I love it!
What a great connection!
I get involved with many reactions,
With different emotions.
Base, cation, salt...
I'm definitely radical!

(Written by a team that took part in the 2011 Chemistry Competition at the Universidade Federal do Ceará - [QUÍMICA TAMBÉM É POESIA - YouTube](#)).

When Education is well understood, it is not mere preparation for life; it is permanent and harmonious manifestation of life. The same should happen to all artistic studies, mainly music Education, which uses most of a human being's main faculties. Music plays an important role in Education. It contributes to psychomotor, socio-affective, cognitive and linguistic development and to learning. Musicalization is a process of knowledge construction which not only favors sensitivity, creativity, rhythmic notions and pleasure for musical audition but also develops imagination, concentration, respect for others, socialization and affectivity (Souza Junior; Fernandes, 2023).

Another aspect that should be highlighted is the importance of inserting literature into Exact and Natural Sciences, such as Chemistry, and Teacher Education in general. Since poems are usually short texts, they have advantages when teachers insert them into their lessons; besides, they strengthen the ties between Science and Art. This union between literature and Science is fascinating. It brings benefits to writers, who find new ways of expressing their ideas, and to readers, who are encouraged to think beyond what is obvious and expand their intellectual horizons (Barbosa-Lima, 2020).

Regarding students' better understanding of chemical concepts, linguistic tools may potentialize meaningful learning of different chemical knowledges. Linguistic relations have characteristics and potentialities to construct semiotic references that may improve concepts learned by students and bring more meaning to learning through language. Literature, as every art, is the transfiguration of the real; it is reality recreated through the artist's spirit and re-transmitted through language in different forms, i. e., genres. Therefore, related to a creative action, the concept of *poiesis* may be useful to reflect carefully on some intertwinement between the scientist and the artist, considering them creators in their fields (Fusaro, 2020).

The development of scientific knowledge involves an initial phase of imaginative and creative reasoning, comparable to poetic thinking, followed by systematic organization and analysis. From this perspective, innovation in both science and literature emerges from individuals who are capable of envisioning ideas and articulating them through narrative forms. In the first stages of creation, both in literature and in science, there is just a story in our minds. We imagine an end; we usually imagine a beginning and a selection of parts and pieces that may fit into the middle. In literary and scientific work, any part may be altered, thus, causing changes in connections with other parts, which may be discarded while others are added (Lima et al., 2020; Navas, 2020).

Both scientists and writers engage in complex cognitive processes that involve imagination, reasoning, intuition and creativity when they develop their work. With no intentions to use quantitative percentages, the movement of scientists' and writers' thoughts – and of the ones who wander in both fields – is required, more or less, by imagination, reason, intuition, projection, reverie, digression and fantasy (Lima et al., 2020; Navas, 2020).

In this scenario, the use of poetry and music in science teaching is considered a way of broadening possibilities of understanding the world and potentializing previously learned scientific concepts since poetic language appropriates the aesthetic function of the sign, a fact that broadens its reading in terms of the plurality of concepts and ideas. Few scientific studies have addressed the connection between literature and Chemistry teaching; researchers in the field of Education have reported this deficit and have aimed at

analyzing the potentiality of literary work to articulated it with Chemistry teaching (Oliveira; Santos, 2017; Silva et al., 2023). As a result, this study is a call for intertwining knowledges between “literary genres and Chemistry teaching”, a scientific appeal that aims at reinforcing the introduction of the artistic **signs** *poem-lyrics* in *chemical science* to improve the processes of teaching and learning. In short, **signs**, according to Andrade and Junior (2024), may be considered a linguistic entity that has semantic and aesthetic functions.

3. Methodological path

This study, which is characterized as a qualitative educational intervention conducted in a real class context, aims to analyze how students interpret, reconstruct and express chemical concepts through literary and musical languages in Chemistry teaching.

3.1 Context and participants

This study was carried out at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia Centro, located in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Participants were 160 High School freshmen, aged between 14 and 16 years, enrolled in technical educational programs, including Commerce (Groups A and B), System Development (Groups A and B) and Digital Game Programming.

The study was conducted at the end of the 2024 academic year, a period in which students had already been exposed to the full range of Chemistry content established by the official curriculum, such as atomic structure, chemical bonding, inorganic functions, chemical reactions and stoichiometry. This condition enabled students to acquire sufficient knowledge to engage in interpretative and creative tasks.

3.2 Design of the pedagogical intervention

The design of the pedagogical intervention was based on principles of active learning, interdisciplinary teaching and literary literacy and aimed to promote the articulation between scientific knowledge and artistic expression.

The intervention was structured into three sequential stages:

Stage 1: Identification and Interpretation of Chemical Concepts in Lyrics and Poems

Students were instructed to search for Brazilian lyrics and poems that contained references to Chemistry. To guide this process, the teacher suggested descriptors such as: “*Chemistry in Brazilian songs*”, “*Chemistry in poetry*” and “*Chemistry translated into art*”.

After selecting the texts, students were asked to:

- identify explicit and implicit chemical concepts;

- interpret metaphorical or symbolic expressions;
- translate these elements into formal scientific language.

This stage aimed to activate prior knowledge and promote the connection between everyday language and scientific discourse.

Stage 2: Production of Poems and Lyrics with Chemical Content

In the second stage, students were organized into groups of six and were invited to create original poems or lyrics incorporating chemical concepts that they had learned.

To support this process, the teacher systematized key curricular topics on the board, including:

- properties of matter
- atomic structure
- periodic table
- chemical bonding
- inorganic functions
- chemical reactions
- stoichiometry

Students were encouraged to:

- select one or more chemical themes;
- creatively integrate scientific concepts into poetic or lyrical structures;
- use metaphorical language while maintaining conceptual coherence.

The production process involved:

- collective discussion within groups;
- drafting and revision of texts;
- teacher mediation to ensure scientific accuracy and conceptual clarity.

This stage was fundamental to analyze how students recontextualize scientific knowledge through artistic expression, which was the focus of this study.

Stage 3: Selection of Texts for Analysis

In the third stage, the researchers selected a set of students' productions for detailed analysis.

The selection followed predefined criteria:

- (i) explicit presence of chemical concepts;
- (ii) conceptual accuracy;
- (iii) diversity of chemical topics;

- (iv) representativeness of different groups of students;
- (v) evidence of integration between scientific and artistic language.

This procedure ensured that the analysis was based on representative and analytically relevant data rather than isolated examples.

3.3 Data Analysis Procedures

The data corpus consisted of:

- students' interpretations from Stage 1;
- poems and lyrics produced in Stage 2;
- selected excerpts for analytical discussion.

Data were subject to a qualitative thematic analysis after having followed a systematic process of pre-analysis, identification of meaning units, categorization and interpretative synthesis to ensure analytical consistency. To enhance analytical reliability, the categorization process was conducted systematically, ensuring coherence between identified themes and the objectives of the study. The analytical process followed three main stages:

1. **Pre-analysis:**

Comprehensive reading of all collected texts to identify initial impressions and recurring patterns.

2. **Exploration of the material:**

Identification of meaning units related to chemical concepts and their organization into analytical categories.

3. **Interpretation and categorization:**

Construction of thematic categories based on:

- a) presence and accuracy of chemical concepts;
- b) ability to translate everyday language into scientific language;
- c) use of metaphorical and symbolic expressions;
- d) integration between artistic creativity and scientific knowledge.

This analytical procedure enabled a structured interpretation of how students mobilize prior knowledge and reconstruct scientific concepts in interdisciplinary contexts.

3.4 Ethical Considerations

All participants were informed about the educational nature of the activity. Their productions were used exclusively for research purposes and anonymity and confidentiality were preserved.

4. Results and discussion

This section presents and critically analyzes excerpts of lyrics, poems and students' productions. It aims to examine how chemical concepts are interpreted and reconstructed through interdisciplinary learning processes. The analysis goes beyond description by examining how students cognitively process, reinterpret and reconstruct chemical concepts when exposed to interdisciplinary contexts that integrate scientific and artistic language. In Chemistry lessons, students' evaluation was based on their skills to use chemical language while intertwining reality and abstraction, concreteness and imagination. In Chemistry, simple words and icons may express complex concepts that lead to even more complex phenomena and events. Besides, some of them, such as precipitation, even in science, may have different meanings but be reduced to a word which may produce more than a sense. This evaluative perspective emphasizes not only the correctness of scientific content but also students' ability to articulate meanings across different semiotic systems, which is a key aspect of meaningful learning in interdisciplinary approaches.

Regarding **the first step**, after the interpretative reading of texts found on the internet, the following competences were required: idea association, transference of situations, comparison of purposes, freedom of thought and relation of verses to previously learned chemical concepts. This stage allowed the identification of students' initial perceptions about Chemistry in cultural and artistic contexts. It also revealed how students connect informal language found in music with formal scientific knowledge learned in class. The four following excerpts of lyrics which have been sung by Brazilian singers and bands were selected by the students:

1st Excerpt: Chemistry of love (Luan Santana)

...How about mixing our color now,
To see the combustion, the Chemistry of our love...

2nd Excerpt: Chemistry (João Bosco & Vinícius)

...*Since the first day we saw each other*
Impressive was the Chemistry that connected us. Just like a spark that became an explosion.
I tattooed you on my chest; it's glued to me for good.

3rd Excerpt: Chemistry (Legião Urbana)

... *I know nothing about Physics*
Literature or Grammar
I just like Sexual Education
And I hate Chemistry, Chemistry, Chemistry...

4th Excerpt: Chemistry (Rashid)

... *This Chemistry is strong, can't remove it from my cells anymore. If I tell you that I know Chemistry, it is a fib. I can only say that it clicked between us...*

Afterwards, students were asked to transcribe the scientific concepts found in the excerpts of the selected lyrics into chemical language. They gave the following answers:

Answer given by Student A to the 1st excerpt: *"mixing our color"* makes us think about the chapter which teaches us about mixtures – homogeneous and heterogeneous ones - in the Chemistry book. When more than a compound is mixed, when the final mixture has only one phase, it is called "homogenous mixture"; on the other hand, when the final mixture has two or more phases, it is called "heterogeneous". *"To see the combustion"* reminds us of the burning process, a reaction with variation in negative enthalpy (exothermic reaction – it releases heat). Student A also focused on explaining how combustion occurs: it occurs between a fuel and an oxidizer; the latter is the gas oxygen. Some examples are burning processes of wood, paper and gasoline. *"The Chemistry of our love"* is used to show that love is Chemistry! When a person falls in love, an avalanche of pleasure hormones is released into the bloodstream. Dopamine, phenylethylamine and oxytocin are the compounds that have been more associated with love manifestations (Figure 1). This response indicates that the student was able to establish connections between metaphorical language and scientific concepts; it showed the use of prior knowledge in a contextualized learning situation.

The reinterpretation of the term "combustion" and its association with exothermic reactions reveal not only conceptual understanding but also the ability to translate symbolic language into scientific reasoning. Furthermore, this process reflects the development of cognitive flexibility and reinforces the role of contextualization and interdisciplinary approaches as effective mediators of learning in Chemistry Education. Chemistry involved in love has been part of the society's everyday life since the origin of the world in sentimental interactions and hormone variations. Love is a feeling that happens sometimes throughout life; thus, individual and collective experiences have constructed popular knowledge about the topic, which becomes socially constructed learning. Therefore, meaningful Chemistry teaching uses basic issues related to everyday life as a guiding structure to enable students to produce scientific knowledge based on previously learned contents (Côgo et al., 2022).

Figure 1.

Illustration of the activity of the molecule oxytocin in the symbolic heart in love.



Source: Authors, 2026.

Answer given by Student B to the 2nd excerpt: I didn't know the song because it is a kind of country music [sic] and I don't like it very much. *"The Chemistry that connected us"* is related to love between boyfriends and girlfriends. *"A spark that became an explosion"*, everyone who starts the first year in High School thinks that Chemistry is the course that teaches how to make a bomb! *"I tattooed you on my chest"*, the tattoo itself has much Chemistry. Tattoos and the Chemistry of colors, for instance, white may be titanium dioxide, zinc oxide or lead carbonate. These compounds are stable under the skin and the tattoo is permanent. Production of black was based on soot (carbon) and iron oxide. On the other hand, red dye results from Mercury sulfide (cinnabar). Several shades of red, orange and yellow were made from cadmium compounds.

Tattoos, which have become increasingly popular, require the use of pigments and dyes that may be analyzed from a chemical perspective, thus, enabling the content to be addressed in practical and contextualized ways. Contextualization of the theme 'formulation and pigmentation of tattoos' may contribute to improve Chemistry teaching in High School. Educators have reinforced the need to investigate efficacy of teaching methods that use relevant and contemporaneous themes to boost students' interest and understanding in Chemistry (Assunção et al., 2024). In this case, the student extends the interpretation beyond the original text by incorporating additional scientific knowledge related to pigments and chemical compounds. It shows a high level of cognitive engagement and the ability to transfer knowledge across

contexts. This response also demonstrates the activation of prior knowledge within a contextualized learning environment, as well as the development of cognitive flexibility, reinforcing the pedagogical potential of interdisciplinary approaches in Chemistry Education.

Answer given by Student C to the 3rd excerpt: what struck me the most in this excerpt of the lyrics is that I really don't like Chemistry, neither Physics, let alone Math. Mainly in Chemistry, I try to get grades that are good enough to pass; I really like Human Sciences! I believe that this excerpt mirrors many students' feelings towards Chemistry; it is hard to find someone who really likes Chemistry. On the contrary, it is easier to find people who hate it. And Sexual Education (laughs!), which adolescents are not curious about it?!

A study in the literature has already tried to understand why most students do not like Chemistry, Physics and Mathematics. Or hate the three! The literature has recently proposed that a way of changing this picture is to make them work together in an interdisciplinary way (Sousa; Miranda, 2024). This statement also reveals affective dimensions involved in the learning process. Students' resistance to Chemistry highlights the importance of adopting alternative pedagogical approaches capable of reshaping their perceptions. In this sense, the integration between Chemistry and artistic language may contribute to mitigate negative attitudes and foster greater engagement. The result reveals that the student was able to relate informal language to scientific concept, a fact that demonstrates the effective use of prior knowledge in a contextualized setting. This process of reinterpretation points to the development of cognitive flexibility and highlights the relevance of interdisciplinary strategies in Chemistry teaching.

Answer given by Student D to the 4th excerpt: when the lyrics says "*strong Chemistry*", it makes me think about something that impregnates, so deep that it gets to the cell level. In fact, there is much Chemistry within a cell; take the plasma membrane. In the nucleus, where the genetic material is, there are DNA and RNA, which are molecules, and a molecule is a "Chemistry thing". We, freshmen, learn in Biology lessons, the feared and complex Biochemistry. The use of the slang *fib* is funny and true! It fits perfectly in my case, it would be a *fib* if I said that I like Chemistry! I know it is an important course, but it is not my strength, I prefer Physics or even Math.

The 4th excerpt from Rashid's song shows a brief connection between Chemistry and Biology. Besides Biochemistry, both sciences also got together in the song. We know that freshmen need the intertwinement between Chemistry and Biology since they study carbohydrates, lipids, proteins, etc. Educators have suggested that Biology and Chemistry should teach concomitantly the issue Biochemistry, highlighting chemical structures of molecules in Chemistry and their applicability to maintain life in Biology (Souza et al., 2018). The student's response also demonstrates the ability to establish

interdisciplinary connections, particularly between Chemistry and Biology, which reinforces the integrative nature of scientific knowledge. This type of articulation is essential for overcoming fragmented learning and promoting a more holistic understanding of scientific concepts. The results indicate that the use of literary language in Chemistry teaching facilitates conceptual understanding by promoting cognitive bridges between everyday discourse and scientific language. In this context, students were able to reinterpret metaphorical expressions and convert them into scientifically grounded explanations, effectively mobilizing prior knowledge in a meaningful learning setting. This reinterpretative process reflects the development of cognitive flexibility and highlights the pedagogical value of interdisciplinary approaches in Chemistry Education.

Concepts and the chemical universe have been translated into technical language in the novel "Elective Affinities". Blend of literary tools and the formal style which is typical of scientific literature may be observed when the novel is read (Wallau, 2014). Wallau's paper (2014) shows that the use of elements of literary style, such as colloquialisms and open talks, in scientific texts, enables chemists to communicate clearly with laymen so that the message is not disrupted by technical terms. To communicate with the society accessibly and easily would make scientists' lives easier and would make Chemistry be accepted by the society. However, objectivity and formal scientific style have been responsible for the difficulty that people have to access reliable knowledge for centuries. The author also advocates that valuable knowledge should not only be understood by a little percentage of the population (Wallau, 2014). When scientific texts use expressions of emotions and personal topics, the result is improvement in comprehension and acceptance of Chemistry by the public. On the other hand, the use of a literary style in other scientific productions, such as reviews, textbooks, workbooks, theses and dissertations, would not only make reading more fun and interesting for laymen, but would also make scientists' communication become more colloquial and understandable. The dream is that this way of writing would decrease disgust at Chemistry (Wallau, 2014).

The literature shows that, when Chemistry teaching makes an association between science and literature, learning of different contents get easier (Costa, 2023). Articulation of Literature and Chemistry may result in more complete understanding since this connection brings a cultural, historical and social context related to certain scientific knowledge. In particular, the use of literary genres to teach Chemistry has an innovative and positive nature to enable effective and exclusive learning (Costa, 2023).

The following example illustrates how external resources identified by students may also contribute to the construction of scientific knowledge in an interdisciplinary approach. A freshman (Group B - Commerce) found a YouTube video of a song called "Matter under transformation" written by two teachers

called Fábio Ferraz and Irene B. Ferraz. The student, who was enchanted by the song, its rhythm and tune, showed it to his teacher and said that it encompassed several themes of the theoretical chemical context. Read the lyrics of the song:

“Matter under transformation”

Chemistry is the science that will teach us
matter and unravel its transformation.
Everything is made from atoms, don't forget it,
Protons, electrons and neutrons, it is the composition.
In the periodic table, every element has its place,
Organized in a way that we will decipher.
Atomic number and mass, just observe them,
To be able to study their properties.
We will explore the states of matter,
Solid, liquid, gas and plasma to show us
Fusion and vaporization, changes that will happen,
Condensation, solidification and sublimation will also emerge.
Pure compounds have defined compositions,
whereas the ones of mixtures are diverse.
Homogeneous ones are uniform, they won't change,
Heterogeneous ones have phases, easy to separate.
In pH, there is the potential of hydrogen,
Either acid or basic, it will tell us.
There are three chemical bonds, pay attention,
Ionic, covalent and metallic, what a lesson!
We will distinguish organic from inorganic matter,
We will study different compounds.
In chemical balancing, we will balance the equation,
To achieve the right reaction, always.
Electrons will transfer ionic bonds,
In covalent ones, atoms will share.
In metallic bonds, electrons move freely,
Shaping metals that we can use.
Endothermic reactions will absorb energy,
Exothermic ones release it, we can see.
Catalysts help to accelerate the reaction,

Without consuming themselves, they will collaborate.
In solutions, we will mix solute and solvent,
Concentration and dilution, just calculate.
In titration, we will find acidity or basicity,
With indicators, we will feel the turning point.
In Inorganic Chemistry, mineral compounds,
Metals and nonmetals, with real properties.
We will see reactions of salts, oxides and acids,
Happen in nature and in the industry.
In nature, Organic Chemistry, carbon is the king,
Forming chains with hydrogen, all is well.
Alkanes, alkenes and alkynes, structures to be studied,
With functional groups, reactions to unravel.
In photosynthesis, the sunlight will shine,
Plants and algae will capture energy.
With water and carbon dioxide combining,
They produce glucose and oxygen, life to sustain.
Chemistry is fascinating, you will like it,
With these lessons, we will shine in the world.
Everything is Chemistry, in everything you see,
With knowledge, we will grow.
Chemistry, the science of matter.
Chemistry, atoms to study.
Chemistry, we will mix everything.
With knowledge, we will grow.
Chemistry, the science of matter.
Chemistry, atoms to study.
Chemistry, we will mix everything.
Chemistry, to unravel the universe.

(Video available at: <https://www.youtube.com/watch?v=3Vy3FqF2EMY>)

The following texts were written by students that go to the Instituto Federal do Triângulo Mineiro
- Campus Uberlândia Centro.

Text 1 (Student's production, 1st SD Group B)

In the stage of the atom, the song starts,

[17]

The elements dance in perfect reaction.
Atomic numbers organized in ascending order,
The table guides us, science and poetry.
Hydrogens collide, nuclear fusion,
Helium from the stars, heat shines.
So bright, powerful, brave metals,
Sodium and potassium, fiery reagents.
Calcium builds, gives resistance to life,
While iron runs in the blood.
Noble gases are emotionally stable,
Neon and argon,
Inert, stable, lights in the darkness,
Keep loneliness in silence.
The periodic table, a map for incredible recipes,
Compounds from black pepper to the mineral kingdom.
Carbon, strong and capable link,
In life bonds, making four bonds is not an option.
Metal and nonmetal will stay together,
Teaching us the importance of donation.
The table teaches us verbs to use in life,
To donate, to get, to share and to lend,
Showing that Chemistry is also able to humanize.

Text 2 (Student's production, 1st SD Group A)

If the taste is sour, you can bet,
It is an acid, for sure, write it down.
Meanwhile, bases are astringent and slippery,
They are in soup and in your routine.
Acid is H^+ , base is OH^- ,
If you mix well, water and salt emerge!
The pH does not lie, look at the change in color,
Choose your acid-base indicator and let's play!
If the scale shows a number below 7, there is acid,
If it is above 7, it is a base, baby!
Mix both to neutralize,

Everything is in Chemistry, you will love it.

Text 3 (Student's production, 1st SD Group B)

Electronegativity is an important issue,
Every atom pulls the electron to itself, without hesitating,
The more electronegative,
The better for the atom,
In this tug of war, the strongest will win.
You are able to memorize the electronegative sequence,
F, O, N is where you start.
From left to right,
From bottom to top,
Forget the noble gases,
Electronegativity does not match them.

Text 4 (Student's production, 1st Commerce Group B)

What are atoms?
According to Dalton, "a billiard ball",
Afterwards, Thomson came and decided to cook,
Write down the recipe, to tell this story,
You can draw a raisin pudding.
The nucleus is like the sun,
As a planet, electrons circulate around it,
Write it down, boy! It is what Rutherford says.
The atomic model,
As Bohr improved,
Excite the electrons,
And they put on a show!

The analysis of students' productions reveals that participants were able to incorporate chemical concepts into poetic and lyrical structures while maintaining conceptual coherence. The use of metaphorical language functioned as a cognitive tool that facilitated understanding rather than compromising scientific accuracy. These findings suggest that artistic expression plays a mediating role in the construction of scientific knowledge. Students demonstrated the ability to incorporate chemical issues, such as atomic structure, electronegativity and acid-base concepts, into poetic and lyrical forms without losing scientific coherence.

Moreover, the use of metaphorical language did not compromise scientific accuracy; on the contrary, it functioned as a cognitive tool that facilitated understanding. These findings suggest that artistic expression may act as a mediating element in the construction of scientific knowledge and enable students to attribute meaning to abstract concepts.

Overall, results show that the integration of Chemistry with literary and musical languages promotes not only content learning, but also cognitive, affective and creative engagement. Students were able to reinterpret and reconstruct scientific concepts, which boosted the development of higher-order cognitive skills, such as abstraction, interpretation and knowledge transfer. These findings reinforce the potential of interdisciplinary approaches to foster meaningful learning in Chemistry Education. In short, poems and lyrics are didactic tools that helped to enrich and promote more interesting, meaningful and motivational Chemistry teaching (Ferreira; Teodoro, 2025).

5. Conclusion

This study demonstrated that the insertion of literary and musical language into Chemistry teaching constitutes a powerful interdisciplinary strategy for promoting meaningful learning in High School. In response to the guiding research question: *How can literary and musical languages contribute to the understanding and reinterpretation of chemical concepts by High School students?* Findings indicate that such languages function as effective cognitive mediators and enable students to establish connections between everyday discourse and scientific knowledge.

Results revealed that students were able not only to identify chemical concepts in lyrics and poems but also to reinterpret and reconstruct them with the use of scientifically grounded explanations. This process involved the mobilization of prior knowledge, the development of cognitive flexibility and the use of metaphorical language as a tool for conceptual understanding. In this sense, artistic expression neither simplifies nor distorts scientific content; rather, it enables the construction of meaning by bridging abstract concepts and familiar linguistic structures.

Furthermore, production of original poems and lyrics allowed students to actively engage in the learning process while promoting higher-order cognitive skills, such as interpretation, abstraction and knowledge transfer. These findings reinforce the pedagogical value of interdisciplinary approaches that integrate scientific and artistic domains, i. e., they foster cognitive, affective and creative engagement in Chemistry Education.

Despite its contributions, this study is limited by its qualitative nature and by the specific educational context in which it was conducted. It may restrict generalization of findings. Further studies

may expand this investigation either by applying similar approaches to different educational settings or by combining qualitative and quantitative methods to explore learning outcomes.

Therefore, this study contributes to the field of Chemistry Education by expanding methodological possibilities and highlighting the role of literary and musical languages as mediators of scientific learning. By promoting articulation between science and art, this approach offers a meaningful pathway for transforming students' relations with Chemistry, making learning more accessible, contextualized and intellectually engaging.

6. Author Contributions

Gabriella Maria Candida Feliciano Dias: conceptualization and methodology.

Mayker Lazaro Dantas Miranda: writing, investigation, visualization.

All authors: review and editing.

7. Funding Statement

This study did not receive financial support from any institution or funding agency.

8. Artificial Intelligence Use Statement

The authors declare that they did not use generative artificial intelligence tools or AI-assisted technologies during the preparation of the manuscript.

9. Conflict of Interest Statement

The authors declare that there are no conflicts of interest related to the publication of this article.

10. References

- Andrade, D. R; Junior, W. E. F. (2024). Poesia “comciência”: uma gota, o tempo, um químico “invisível” e um Machado. *Química Nova na Escola*, 46(3): 166-175. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160369>
- Assunção, R. C. B; Albuquerque, C. F. O; Silva, E. B; Navarro, D. M. A. F; Brandão, Y. B; Oliveira, D. C; Melo, A. P; Araújo, L. A. (2024). Pigmentos da Tatuagem: uma atividade contextualizada para o ensino de química orgânica. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 22(12): 01-19. <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-281>
- Barbosa-Lima, M. C. (2020). Literatura e Arte no ensino de Ciências: a formação de professores para alunos com deficiências visuais no Ensino Fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2): 718-729. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p718>
- Borges, R. S; Luz Junior, G. E. (2019). A contextualização do ensino de química: um olhar reflexivo sobre a prática dos professores. *Revista Debates em Ensino de Química*, 5(1): 109–118. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p718>
- Carrijo, V. S; Souza, J. I. F. R; Miranda, M. L. D. (2020). Bisphenol A, the Villain of Plastics: Chemistry Teaching to Raise Students' Awareness in a High School in Southeastern Brazil. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, 12(2): 95-99. <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v12i2.1448>
- Côgo, S. M. B; Rainha, K. P; Teixeira, A. L; Castro, E. V. R; Ferreira, S. A. D; Lelis, M. F. F. (2022). A Química do Amor: Uma Sequência Didática para o Ensino de Química Orgânica. *Revista Virtual de Química*, 14(5): 843-852. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20220040>
- Costa, N. M. S. (2023). Ensinar química através dos poemas de primo Levi. *Impacto*, 1(2): e78177. <https://doi.org/10.12957/impacto.2023.78177>

- Ferreira, D. S.; Nunes, V. L. N. D.; Sousa, E. N. S.; Fernandes, R. M. T. (2020). Ciências no nono ano do Ensino Fundamental: introdução do Ensino de Química por meio de atividades experimentais. *Brazilian Journal of Development*, 6(12): 100041-100049. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-479>
- Ferreira, M. R.; Teodoro, P. V. (2025). A música na didática em ciências: uma revisão bibliográfica a partir dos anais do ENEQ. *ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 15(1): 7-22. <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v15i1.1821>
- Fusaro, M. (2020). Ciência e literatura em *poiesis* transdisciplinar. *Ciência e Cultura*, 72(1): 32-36. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000100011>
- Gonçalves, G. G.; Miranda, M. L. D. (2024). Your Favorite Beverage is an Opportunity to Talk About Chemistry: Didactic Application to the Brazilian High School. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, 16(3): 225-228. <https://doi.org/10.17807/orbital.v16i3.21513>
- Lima, G. S.; Ramos, J. E. F.; Piassi, L. P.C. (2020). Ciência, poesia, filosofia: diálogos críticos da teoria à sala de aula. *Educação em Revista*, 36(1): e215986. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698215986>
- Menezes, J. A.; Vinha, E. L. P. (2020). Literatura e música: um encontro possível na escola. *Revista Crioula*, 26(1):79-94. <https://doi.org/10.11606/issn.1981-7169.crioula.2020.177164>
- Navas, D. (2020). Literatura e ciência: campos antagônicos ou complementares? *Ciência e Cultura*, 72(1): 37-40. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000100012>
- Oliveira, P. W.; Santos, N. P. (2017). Literatura e química: possíveis interações. *Revista Scientiarum Historia*, 1(1): e153. https://doi.org/10.51919/revista_sh.v1i1.153
- Oliveira, S. B.; Araújo, C. S. T.; Lacerda, N. O. S. (2023). O ensino de ciências e o uso de questões sociocientíficas (QSC) como estratégia de aprendizagem. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 21(8): 10321-10339. <https://doi.org/10.55905/oelv21n8-133>
- Ormay, L. A.; Ramos, E. S. (2025). Poetizando a química: abordagem do conteúdo de modelos atômicos por intermédio de um poema. *Revista Aracê*, 7(4): 20536-20548. <https://doi.org/10.56238/arev7n4-281>
- Santos, F. S.; Brandão, E. G. (2024). Principais dificuldades e a falta de contextualização para o ensino de química. *Missões*, 10(1): 1-12. <https://doi.org/10.62236/missoes.v10i1.308>
- Santos, I. M. L.; Santos, P. F. (2020). Poema: Seu uso como Estratégia Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem em Sala de Aula. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, 14(52): 903-912. <http://dx.doi.org/10.14295/online.v14i52.2768>
- Silva, A. C.; Ávila, H. M. C.; Oliveira, D. Q.; Gonçalves, F. P. (2023). O conto literário no ensino e na formação de professores de Química. *Química Nova na Escola*, 45(4): 275-282. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160342>
- Silva, C. S.; Bedin, E. A. (2023). Contextualização no Ensino de Química por Meio de Séries Televisivas. *Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 24(1): 1-13. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v24n1p02-13>
- Sousa, J. L. O.; Miranda, M. L. D. (2024). Intrinsic relations among chemistry, physics and mathematics in the Brazilian high school: a theoretical-methodological approach. *EccoS – Revista Científica*, 70(1): 1-14. <https://doi.org/10.5585/eccos.n70.25825>
- Sousa, J. A.; Ibiapina, B. R. S. (2023). Contextualização no ensino de química e suas influências para a formação da cidadania. *Revista I fes Ciência*, 9(1): 1-14. <https://doi.org/10.36524/ric.v9i1.1510>
- Souza, A. M. A.; Junior, A. M. M.; Oliveira, E. G.; Almeida, M. G. O. (2018). Interdisciplinaridade entre biologia e química: a bioquímica ligando disciplinas. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisas na Educação Básica*, 4(1): 197-212. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cadernoscap/article/view/237605>
- Souza Junior, F. A.; Fernandes, L. M. E. (2023). A importância da utilização da música na escola. *Revista Educação Pública*, 23(6): 1-3. <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/4/a-importancia-da-utilizacao-da-musica-na-escola>
- Wallau, W. M. (2014). Química na poesia e poesia na química. *Química Nova*, 37(10): 1721-1731. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140271>



DISCUTIR EL NEGACIONISMO CIENTÍFICO EN LA ESCUELA PRIMARIA: APORTES DE UNA FERIA DE CIENCIA CON TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS CONTROVERSIALES

DISCUSSING SCIENCE DENIAL IN ELEMENTARY EDUCATION: CONTRIBUTIONS FROM A SCIENCE FAIR WITH CONTROVERSIAL SOCIO-SCIENTIFIC THEMES

DISCUTINDO O NEGACIONISMO DA CIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: CONTRIBUIÇÕES DE UMA FEIRA DE CIÊNCIAS COM TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS CONTROVERSOS

Ana Paula Zanolli-Pinheiro*^{ID}, Pedro Donizete Colombo Junior**^{ID}

Zanolli-Pinheiro, A. P., Colombo Junior, P. D. (2026). Discutir el negacionismo científico en la escuela primaria: aportes de una feria de ciencia con temas sociocientíficos controversiales.

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 21(1), e-23458.

<https://doi.org/10.14483/23464712.23458>

Resumen

Esta investigación se centra en las contribuciones de una Feria de Ciencias con Temas Sociocientíficos Controversiales en la lucha contra el negacionismo científico. Participaron de la investigación 22 profesores y 288 estudiantes de enseñanza primaria (11 y 15 años) de una escuela pública brasileña. La investigación se construyó en tres momentos: (i) preparación docente e idealización de la Feria de Ciencias; (ii) su construcción e implementación en la escuela; (iii) seguimiento de los estudiantes después de la feria. En este artículo presentamos una sección de la investigación centrada en los momentos (ii) y (iii), buscando responder a la inquietud: “¿Cómo puede una Feria de Ciencias con temas controversiales contribuir a la discusión del negacionismo científico?”. En un sesgo de investigación cualitativa, los datos se construyeron a partir de observaciones de la Feria de Ciencias y entrevistas con profesores y estudiantes, y se analizaron a la luz del Análisis de Contenido. Describimos dos categorías de análisis: “Colaboración de la Feria de Ciencias en la lucha contra el negacionismo en la visión de los profesores” y “Percepciones de los estudiantes sobre el trabajo con Temas Sociocientíficos Controversiales en una Feria de Ciencias”. La Feria de Ciencias atendió a un público de alrededor de 500 personas, siendo bastante representativo en el contexto en el que se desarrolló. Los resultados

* Magíster en Enseñanza de las Ciencias y Doctoranda en Educación. Universidad Federal del Triángulo Mineiro. Brasil. paula_zanolli@hotmail.com – ORCID <https://orcid.org/0009-0000-6341-9384>

** Doctor en Enseñanza de la Física. Universidad Federal del Triángulo Mineiro. Brasil. pedro.colombo@uftm.edu.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3324-5859>

Recibido: Marzo 26 de 2025, aprobado 7 abril de 2026

resaltan la importancia del enfoque universidad-escuela, ayudando a los docentes a trabajar con temas controversiales, como el aborto y el uso de Cannabis. Al final, quedó evidente que la Feria de Ciencias fue un excelente recurso para problematizar las noticias falsas y combatir el negacionismo científico a la comunidad escolar.

Palabras Clave: negacionismo científico; divulgación científica; feria de ciencias; educación primaria.

Abstract

This research investigated the contributions of a Science Fair with Controversial Socio-Scientific Issues in combating science denialism. The research involved 22 teachers and 288 students from elementary school (ages between 11 and 15) at a public school in Brazil. The investigation was carried out in three stages: (i) teacher preparation and Science Fair planning; (ii) its construction and implementation at the school; (iii) follow-up with student's post-fair. In this article, we present a section of the investigation focused on stages (ii) and (iii), aiming to answer the question: "How can a Science Fair with controversial topics contribute to discussing science denialism?". From a qualitative research perspective, data were collected through observations of the Science Fair and interviews with teachers and students, analyzed through Content Analysis. We outlined two categories of analysis: "The Science Fair's contribution to combating denialism from the teachers' perspective" and "Students' perceptions of working with Controversial Socio-Scientific Issues in a Science Fair". The Science Fair reached an audience of about 500 people, making it quite representative in the context where it was held. The results highlight the importance of the university-school partnership in supporting teachers in working with controversial topics such as abortion and the use of cannabis. In the end, it was clear that the thematic Science Fair was an excellent tool to address Fake News and combat science denialism, bringing discussions about Controversial Socio-Scientific Issues closer to the school community.

Keywords: science denialism; science communication; science fair; elementary education.

Resumo

Esta pesquisa investigou as contribuições de uma Feira de Ciência com Questões Sociocientíficas Controversas no combate do negacionismo da ciência. Participaram da pesquisa 22 professores e 288 alunos do Ensino Fundamental (idades entre 11 e 15 anos) de uma escola pública brasileira. A investigação foi construída em três momentos: (i) preparo docente e idealização da Feira de Ciência; (ii) sua construção e realização na escola; (iii) acompanhamento dos alunos no pós-feira. Neste artigo apresentamos um recorte da investigação centrado nos momentos (ii) e (iii), buscando responder a inquietação: "De que forma uma Feira de Ciência com temáticas controversas pode contribuir para discutir o negacionismo da ciência?". Em um viés de pesquisa qualitativa, os dados foram construídos a partir de observações da realização da Feira de Ciência e entrevistas com professores e alunos, sendo analisados à luz da Análise de Conteúdo. Delineamos duas categorias de análises: "Colaboração da Feira de Ciência no combate ao negacionismo pelos olhares dos professores" e "Percepções dos alunos quanto aos trabalhos com Questões

Sociocientíficas Controversas em uma Feira de Ciência”. A Feira de Ciência atendeu a um público (interno e externo à escola) em torno de 500 pessoas, sendo bastante representativo no contexto em que foi realizada. Os resultados evidenciam a importância da aproximação universidade-escola auxiliando o professor no trabalho com temas controversos, como aborto e uso de Cannabis. Ao final, ficou evidente que a Feira de Ciência temática foi um excelente recurso para problematizar Fake News e combater o negacionismo da ciência, trazendo discussões sobre Questões Sociocientíficas Controversas para mais perto da comunidade escolar.

Palavras-Chave: negacionismo científico; divulgação científica; feira de ciências; ensino fundamental.

1. ¿Dónde empezamos?

Actualmente vivimos un período en el que el acceso a la información es absolutamente instantáneo, pero también peligroso. Si, por un lado, encontramos disponibles increíbles herramientas digitales de interacción, comunicación e información, por otro, esta inmediatez y facilidad de acceso pueden ocultar y enmascarar un escenario de incertidumbres y amenazas, especialmente cuando tratamos temas relacionados con la Ciencia. Una consulta online sin pretensiones de un prospecto de un medicamento de uso controlado, o incluso recibir un vídeo en la aplicación del teléfono celular describiendo una receta milagrosa para curar una enfermedad, son situaciones que se repiten con frecuencia en la sociedad. Este fácil acceso al mundo de la información no siempre se traduce en conocimiento validado y aceptable, al contrario, puede esconder un terreno peligroso que promueve el descrédito al conocimiento científico históricamente construido. Además, la imaginación de las personas puede nutrirse de pseudociencias y noticias falsas, contribuyendo a discursos y grupos negacionistas.

Sin el rigor académico, el discurso negacionista se difunde fácil y libremente en los medios digitales, ganando nuevas audiencias y seguidores (Brucket al., 2022). Lo cierto es que las relaciones entre ciencia y sociedad son inseparables y entrelazadas, formando parte de la vida cotidiana de las personas y, en ocasiones, culminando en varios Temas Sociocientíficos Controvertidos (TScC). Krupczak et al. (2020) mencionan que este tipo de TScC son frecuentes en los medios de comunicación, siendo:

temas que llaman la atención de la población, pero que requieren un mínimo de conocimientos científicos para ser comprendidos. En este sentido, la enseñanza de las ciencias resulta crucial en la formación de ciudadanos conscientes y preparados para tomar decisiones (Krupczak et. al., 2020, p. 90).

Los TScC se presentan como oportunidades para hacer reflexionar a las personas sobre las relaciones entre ciencia y sociedad. Los enfoques basados en estas relaciones pueden posibilitar una mejor comprensión de términos científicos, fenómenos presentes en la vida cotidiana o incluso incentivar la toma de decisiones en diferentes instancias, ya sean políticas, sociales, éticas, religiosas o económicas, provocando que los individuos tengan un sentimiento de pertenencia a la sociedad. Los TScC pueden interpretarse como “temas multidisciplinarios y complejos, que no tienen respuestas obvias y tienen impactos considerables en la sociedad y la vida de las personas” (Colombo Junior & Marandino, 2020, p. 2), es decir, son temas que promueven debates de ideas y pueden contribuir a procesos de diálogo y argumentación sobre las posiciones de diferentes personas. Como sostienen Marandino et al. (2016), varios temas parecen ser controvertidos,

investigación con células madre, exploración espacial, vertido de residuos tóxicos, agotamiento del ozono y pérdida de biodiversidad. Estas cuestiones suelen ser controvertidas, llenas de ambigüedad y sujetas a diversas perspectivas. Los individuos pueden interpretar la misma información de diferentes maneras y puede que no sea suficiente discutirla para resolver conflictos (Marandino et al., 2016, p. 11).

Discutir controversias científicas no es una tarea trivial, ya sea para el público general o escolar. En el contexto de la escuela, no sólo en las clases de ciencias aparecen las controversias, pues pueden permear todos los componentes disciplinares, siendo necesario pensar en acciones que permitan considerar a todos los públicos. Entre estas acciones, la Divulgación Científica (DC) se presenta como una estrategia que puede ayudar en este proceso, trabajando el conocimiento científico utilizando un lenguaje fácilmente accesible y comprensible para todos. Souza y Rocha (2018, p. 1044) consideran que trabajar con DC, a través de las más variadas actividades, “contribuye a fomentar la práctica de la lectura de textos científicos, familiarizarse con terminologías y conceptos científicos y comprender la naturaleza de la actividad”.

Es precisamente en este contexto que se inserta la presente investigación, es decir, la presente investigación tiene como objetivo analizar cómo la idealización y realización de una Feria de Ciencias (FC), centrada en temáticas sociocientíficas controversiales, actúa como un espacio de Divulgación Científica (DC) capaz de problematizar el negacionismo científico en el contexto escolar. En particular, investigamos tales contribuciones mediante la realización de la feria con estudiantes de escuela primaria (entre 11 y 15 años) de una escuela pública en Uberaba (MG), Brasil. Buscamos dar respuesta a la pregunta: “¿Cómo puede una Feria de Ciencias centrada en temas controversiales contribuir a la discusión sobre el negacionismo científico?”

La investigación se construyó en algunos momentos interconectados, a saber: preparación de los profesores que lideraron todo el proceso de idealización de la Feria de Ciencias; la construcción colectiva de la feria entre docentes, investigadores y estudiantes; y la realización de FC en el ámbito escolar, abierto a públicos internos y externos al centro educativo, con posterior trabajo con los estudiantes en el aula, realizado por los docentes. Debido a la extensión del texto, en este artículo recortamos datos, discutiendo dos momentos, a saber: la realización de feria en la escuela y el seguimiento posterior a la feria con los estudiantes en el aula. Señalamos que el momento en que los docentes se preparaban para crear la feria fue tema de comunicación previa por parte de los autores (Pinheiro & Colombo Junior, 2024). La investigación es un extracto de una investigación desarrollada en el Programa de Postgrado en Enseñanza de las Ciencias y Matemáticas de la Universidad Federal del Triángulo Mineiro (UFTM), nivel máster. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética e Investigación (registro CAAE 61574922.0.0000.5154).

2. Divulgación científica, ferias de ciencia y temas controversiales

Según Bueno (1985), se entiende por Divulgación Científica (DC) el uso de técnicas y recursos para difundir la ciencia al público en general. Esta sería una forma de transponer un lenguaje especializado a uno no especializado, permitiendo una mejor comprensión y accesibilidad de los contenidos relacionados con la ciencia y la tecnología para el mayor número de personas. Marandino et al. (2003, p. 3) amplía esta comprensión, mencionando que, “el proceso de difusión de la ciencia implica una transformación del lenguaje científico mirando a su comprensión por parte del público. Sin embargo, las cuestiones relativas a la divulgación no se limitan a este tema, sino que también se refieren a cuestiones relacionadas con 'por qué' y 'cómo' divulgar”. Por ello, uno de los objetivos de DC es ayudar a que más personas tengan acceso a la información científica, desmitificando la idea de que la ciencia es para unos pocos y no para todos. Se espera que cuanto más información tengamos, más criticidad argumentativa tendrán los ciudadanos. Sin embargo, tomando esta idea como un camino prometedor en la formación de las personas como ciudadanos, nos preguntamos: ¿a quién les interesaría una población adversa a los temas de ciencia? Esta es una pregunta que nos lleva a reflexionar sobre las luchas de poder que se dan en la sociedad y cómo la escuela puede contribuir en este contexto.

Como sostienen Vieira y Gonçalves (2022, p. 37), “el rechazo, la negación y la depreciación del conocimiento científico a menudo tienen como objetivo elogiar y legitimar visiones del mundo más

favorables a los intereses de ciertos grupos, especialmente aquellos que ejercen dominación y opresión, respondiendo al deseo de perpetuar la dominación”, es decir, la defensa de ideas negacionistas de la ciencia puede esconder un juego perverso de mantenimiento del poder, de interés personal en detrimento del bien colectivo. Lo cierto es que “el conocimiento siempre ha sido un pilar de apoyo a la sociedad, siendo un instrumento importante para la ciudadanía” (Colombo Junior & Ovigli, 2022, p. 162) y, en este sentido, en medio de los ataques a la ciencia, se vuelve indispensable fortalecer vínculos entre la ciencia, el público y la sociedad. Esto es posible reduciendo la distancia entre la ciencia, las entidades gubernamentales y los medios de comunicación (Araújo, Santiago, & Silva, 2023) o, incluso, en el contexto escolar, pensando en nuevas formas de acercar temas de moda en la sociedad a las discusiones sostenidas con estudiantes.

Considerando los espacios escolares, la promoción de las Feria de Ciencias, la radio y los periódicos escolares y las tecnologías educativas - como plataformas digitales, juegos, realidad virtual -, los medios digitales, como YouTube, son algunos ejemplos de cómo la Divulgación Científica puede contribuir a esta discusión, desde diferentes espacios. En el caso específico de una Feria de Ciencias, Santos (2012), sostiene que este recurso,

puede brindar oportunidades multidisciplinarias de colaboración entre estudiantes y profesores para la interacción social, el intercambio de conocimientos con los visitantes, la comunicación en diferentes idiomas, la estimulación del afecto y la experiencia de placer al realizar el trabajo escolar. La presentación de obras también contribuye a la formación estética, emocional, social y política de estudiantes y profesores y crea oportunidades para su participación en debates sobre problemas actuales (Santos, 2012, p. 157).

Las Feira de Ciencias son espacios que tienen un amplio potencial educativo, ya que permiten a los estudiantes ser agentes de la construcción de su propio conocimiento. Así, las ferias pueden ser lugares donde Divulgación Científica (DC) y Temas Sociocientíficos Controvertidos (TScC) ganen espacio, ya que el currículo escolar no siempre permite ampliar discusiones polémicas en las aulas. La Feria de Ciencias “cumple con los objetivos de divulgación científica y enseñanza basada en la investigación, permitiendo a los estudiantes comprender, modificar y reflexionar sobre su realidad” (Gallon et al., 2019, p. 184). Es precisamente en este sentido que las Feria de Ciencias son espacios que ofrecen la oportunidad de dialogar y discutir sobre ciencia, brindando un ambiente en el que la criticidad y las reflexiones orientan el pensamiento más allá de lo difundido por los medios de comunicación, especialmente sobre temas considerados “candentes” en los últimos años. En palabras de Simonneaux (2014, p. 2) son “preguntas complejas y abiertas que sacan a la luz las incertidumbres inherentes a problemas mal estructurados relacionados con la SSI [*Socio-Scientific Issues*]”. Cabe señalar que la Divulgación Científica, impulsada por el desarrollo de la Feria de Ciencias, busca ser un medio para motivar y popularizar la información científica, lo que de cierta manera va hacia la construcción de conocimiento para los participantes de sus acciones y actividades. En este recurso educativo, las construcciones de los estudiantes y los trabajos presentados pueden tomar diferentes formas, no necesariamente basándose en experimentos científicos o laboratorios equipados.

3. Vías metodológicas

3.1 Investigación cualitativa en un sesgo de investigación participativa

La construcción de esta investigación se enmarca en un enfoque de investigación cualitativa, apoyado en la investigación participativa. Una de sus características es la investigación cualitativa, que es la búsqueda de hechos y acciones que ocurren en el contexto del objeto investigado, así, las observaciones y registros son muy relevantes para la construcción de datos. También se suma la percepción del investigador al monitorear a los participantes de la investigación, construyendo sus datos a partir de informes personales

y entrevistas (Thum & Bartelmebs, 2012). Según Godoy (1995), podemos identificar la investigación cualitativa a partir de algunas características. Para el autor, en este tipo de investigaciones el entorno natural es visto como fuente de datos, observado como un todo. El significado que las personas dan a las cosas y a sus vidas es la preocupación esencial del investigador y, además, los investigadores utilizan un enfoque inductivo al analizar sus datos, preocupándose por el proceso y no simplemente por los resultados o el producto. La investigación aquí presentada es de carácter cualitativo y participativo.

En la investigación participativa, por ejemplo, el investigador pasa a ser parte del proceso de construcción de la investigación, observando, interactuando, proponiendo reflexiones, posibilidades y caminos para su desarrollo. Thum y Bartelmebs (2012) sitúan la investigación participativa dentro de las Ciencias Sociales como una posibilidad metodológica de investigar la realidad social, teniendo como premisa principal la participación del investigador en su objeto de investigación y en el cambio de la realidad investigada. Así, una característica de la investigación participativa es precisamente estudiar el problema desde la perspectiva de todos los involucrados, considerando los puntos de vista más significativos.

Según Queiroz et al. (2007), el proceso de observación participante sigue algunos pasos esenciales. En el primero de ellos está el acercamiento del investigador al grupo social en estudio, condición inicial necesaria para que el camino de la investigación pueda, de hecho, realizarse desde dentro del grupo con la participación de sus miembros como protagonistas y no simplemente objetos. En lo segundo paso, el investigador debe tener una visión global del objeto de estudio, como encuestar a personas clave (conocidas por el grupo) y realizar entrevistas a personas que puedan ayudar a comprender la realidad. Luego de la recolección de los datos pasamos a la tercera fase, en la que se realiza la sistematización y organización de los datos. Esta investigación se inscribe en el contexto de la investigación cualitativa participativa, construyendo colectivamente con docentes y estudiantes una Feria de Ciencias con Temas Sociocientíficos Controvertidos en la escuela, investigando, in situ, no sólo el proceso constructivo, sino su contribución a la problematización del negacionismo científico. Los investigadores participaron de todo el procedimiento investigativo de la feria, desde el proceso de formación de los docentes que lideraron la feria, acompañando su implementación y dialogando con los participantes en las entrevistas.

3.2 La dinámica de construcción de datos de investigación

Buscando responder a las inquietudes investigativas presentadas, la investigación se construyó a partir de tres momentos, a saber: la preparación de los docentes para la construcción de Feria de Ciencias; su construcción colectiva en el ámbito escolar y su realización. Inicialmente, buscamos construir datos de investigación mediante la promoción de un curso para los docentes participantes. El curso fue impartido por dos profesores de la UFTM y abarcó temas como: divulgación científica y educación no formal, historia de las ferias científicas en Brasil, construcción de ferias científicas en la escuela, negacionismo científico, alfabetización científica y metodologías de investigación.

En el segundo momento, la construcción de la feria en la escuela, adoptamos como recurso para la construcción de datos el seguimiento in situ del trabajo de los docentes con los estudiantes en el aula y los constantes diálogos grabados sobre el desarrollo de la feria. En el tercer momento, la feria en la escuela, los datos construidos surgieron de la participación efectiva de los investigadores en la acción, en diálogos con los estudiantes en todos los stands de la feria y también con los visitantes. Cabe señalar que la feria estuvo abierta a la comunidad fuera de la escuela. También se realizó una entrevista final a los docentes participantes, luego de realizar la FC en la escuela y monitorear el trabajo de los docentes en retroalimentación con los estudiantes en el aula. Así, los datos construidos derivan de una miscelánea de instrumentos, tales como: curso con los docentes, diálogos grupales, entrevistas con docentes, seguimiento

de la construcción y participación de la feria, diálogos con estudiantes y diálogo con visitantes de la feria. En sentido metodológico, los tres momentos de la investigación antes mencionados culminaron en seis pasos, realizadas en el año 2022 (Tabla 1).

Tabla 1

Pasos de la investigación realizada

Paso	Periodo de ejecución (2022)	Actividades desarrolladas	Situación
1	julio y agosto	Curso para profesores, preparación para la ejecución de la FC.	Los pasos 1 a 3 se describen en Pinheiro y Colombo Junior (2024).
2	agosto y noviembre	Entrevistas iniciales con profesores de la escuela	
3	agosto a noviembre	Trabajo con los estudiantes – planificación de la feria	
4	noviembre	Realización de la FC, abierta al público interno y externo	Los pasos 4 a 6 se presentan y discuten en el presente manuscrito
5	diciembre	Seguimiento de las discusiones con los estudiantes en la escuela	
6	noviembre y diciembre	Entrevistas-diálogos continuos con docentes	

Fuente: Los autores.

Como se indica en la Tabla 1, debido a la extensión y extractos del texto, el foco de esta comunicación se centra en presentar y discutir dos momentos, entendidos como: la realización de Feria de Ciencias en la escuela (Paso 4) y el seguimiento post-feria (Pasos 5 y 6). A modo de contextualización, en cuanto a la preparación de los docentes para la FC, esta se llevó a cabo con reuniones de formación durante los momentos de planificación en la escuela, cuando los docentes no necesitaban tener tiempo extra de trabajo. Este sistema permitió la participación de todos los 22 docentes de la escuela, de diferentes áreas del conocimiento.

A lo largo de las reuniones se definieron los temas que formarían parte de la Feria de Ciencias, la división entre estudiantes y años escolares, y también nombres en clave, manteniendo el anonimato de los docentes en las publicaciones (Tabla 2). De esta forma, cabe señalar que la elección de los temas que formarían parte de la Feria de Ciencias partió del interés y de la manifestación de los profesores de la escuela participante, siendo estos discutidos colectivamente en reuniones de planificación y preparación para la feria (paso 1, indicado en la tabla 1). Un aspecto destacable fue la decisión de que cada clase contaría con dos grupos, uno que abordaría el tema polémico en cuestión en sus especificidades utilizando argumentos a favor de la polémica y otro que presentaría argumentos en contra ante el público visitante de la feria. Esta dinámica permitió a los visitantes de la Feria de Ciencias acceder a diferentes posiciones sobre un mismo tema, contribuyendo a las discusiones. Las discusiones de cada uno de los temas abordados en la FC se encuentran detalladas en Zanoli-Pinheiro et al. (2025).

Tabla 2

Temas Sociocientíficos Controversiales

Tema Sociocientíficos Controversiales elegidos	Clase	N. de estudiantes	Rango de edad por grado en Brasil	Maestro responsable	Profesor auxiliar
Calentamiento global y deforestación	6°A	28	De 11 a 12 años	Girasol	Jazmín
Uso de medicamentos sin prueba científica en el tratamiento de enfermedades	6°B	24		Bromelia	Orquídea
Uso de pesticidas	6°C	24		Camelia	Tulipán
Formas de la Tierra	7°A	27	De 12 a 13 años	Rosa	Lavanda
Basura espacial y contaminación del cielo	7°B	26		Margarita	Gerbera
COVID-19 y tratamientos alternativos	7°C	25		Violeta	Hibisco
Legalización de drogas y uso de Cannabis	8°A	26		Lirio	Cactus

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Vacunas (movimiento antivacunas)	8°B	21	De 13 a 14 años	Magnolia	Amarilis
Uso de animales en la investigación científica	8°C	23		Hortensia	Dalia
Alimentos transgénicos (modificados genéticamente)	9°A	34	De 14 a 15 años	Clavo	Begonia
Embarazo adolescente y legalización del aborto	9°B	30		Toronjil	Iris

Fuente: Los Autores, con base en Zanolí-Pinheiro (2023) y Zanolí-Pinheiro et al. (2025).

3.3 Caracterización de los participantes de la investigación y análisis

La Feria de Ciencias (FC) contó con la participación de los 288 estudiantes de la Educación Primaria de la escuela participante, distribuidos en 11 cursos, del 6° al 9° año (edades entre 11 y 15 años). Cada clase contaba con un profesor tutor y un asistente, generalmente de áreas no directamente relacionadas con el tema tratado. La FC se celebró el 25 de noviembre de 2022, abierto al público de 8 a 11 horas. Para organizar y analizar los datos, seguimos el Análisis de Contenido (AC) (Bardin, 2016). Esclarecemos que dicha escuela fue seleccionada por ser el centro de trabajo de una de las autoras del estudio, quien desempeña las funciones de directora y docente en la institución.

La Análisis de Contenido ha sido una estrategia metodológica ampliamente utilizada en investigaciones en el campo de la educación, permitiendo organizar los diferentes datos construidos en el estudio, ya sean derivados de entrevistas, cuestionarios, registros de observación, entre otros recursos. Como señala Bardin (2016), el Análisis de Contenido permite añadir una amplia gama de “equipos” y un campo de aplicación muy amplio. Según la autora, podemos entender esta estrategia metodológica como un conjunto de “técnicas de análisis de las comunicaciones encaminadas a obtener, a través de procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes, indicadores (cuantitativos o no) que permitan inferir conocimientos relativos a la comunicación”. condiciones de producción/recepción (variables inferidas) de estos mensajes” (Bardin, 2016, p. 48). Bardin (2016) muestra que el Análisis de Contenido sigue un sistema de tres pasos, a saber: Preanálisis de datos, Exploración de materiales y Tratamiento de los resultados, con indicaciones de inferencias e interpretaciones.

El preanálisis es el momento de contacto inicial entre los investigadores y sus construcciones a lo largo del proceso, es decir, es una fase organizativa (Bardin, 2016), con operaciones preparatorias y elecciones que se desarrollan para futuros análisis, a partir de la lectura flotante de los datos construidos. En este momento del análisis actúan, por ejemplo, la exhaustividad, ligada a la lectura de los materiales, la representatividad en las elecciones de análisis, la homogeneidad que guió la construcción de las categorías en el siguiente paso y la relevancia, relacionada con el objetivo de la investigación. Así, la lectura flotante de todos los datos construidos, así como la selección de lo que realmente formará parte de los análisis, guían el trabajo de los investigadores. En esta investigación, el preanálisis incluyó la observación de todos los datos construidos en los seis pasos mencionados anteriormente. Cabe precisar que, mientras los datos correspondientes a los pasos 1, 2 y 3 fueron discutidos en una publicación anterior (Pinheiro y Colombo Junior, 2024; Zanolí-Pinheiro et al., 2025), el presente artículo se dedica exclusivamente al análisis integral de los resultados obtenidos en los pasos 4, 5 y 6 (Tabla 2).

La exploración del material es lo paso de comprensión de los datos y continuación de la codificación y delimitación de categorías de análisis. En el proceso de codificación se eligen unidades de registros y contextos, dependiendo del objeto de investigación. Este movimiento conduce a la construcción de Unidades de Contexto (UC) y registros. Bardin (2016) indica que tanto la UC como el registro alientan todas las discusiones en la siguiente fase de la investigación, es decir, conclusiones e inferencias. En el presente caso, nuestro foco estuvo en la construcción de categorías de análisis a partir de los datos construidos a lo largo de la Feria de Ciencias y después de la feria (pasos 4, 5 y 6), con seguimiento del trabajo de los docentes en el aula y entrevistas. La construcción de las Unidades de Contexto (UC) y la

decodificación de los análisis se llevaron a cabo de forma colectiva en el marco de las reuniones del Grupo de Estudio e Investigación en Educación No Formal y Enseñanza de Ciencias (GENFEC/UFTM). Este grupo, liderado por uno de los investigadores de este estudio, realizó un proceso de revisión de las UC y de las categorías delineadas, garantizando así la consistencia del análisis.

El tratamiento de los resultados está mediado por las inferencias e interpretaciones de las conclusiones de la investigación por los investigadores. Para Bardin (2016), la interpretación en Análisis de Contenido busca mirar más allá, es decir, descubrir detrás del discurso manifiesto. Aquí buscamos, con los análisis realizados, discutir cómo la feria contribuyó a discutir el negacionismo científico en la escuela. De esta manera, el trabajo de análisis en estos tres pasos nos permitió comprender mejor el objeto investigado y propiciar respuestas a nuestra pregunta de investigación.

4. Resultados y discusiones

A partir de una lectura flotante de todo el corpus de datos construido durante los pasos 4, 5 y 6 de la investigación, se definieron como unidades de registro: 'Feria de Ciencias y Negacionismo', 'Temas Sociocientíficos Controvertidos y percepción de los estudiantes', y 'Trabajo docente y temas controversias'. Sobre la base de esta organización, se delineó la siguiente Unidad de Contexto (UC): "Perspectivas, inquietudes y desarrollos de una Feria de Ciencias en la problematización del negacionismo de la ciencia". De la UC en cuestión se derivaron dos categorías de análisis, que discutiremos más adelante en el texto.

- Categoría I - "Colaboración de la Feria de Ciencias (FC) en el combate al negacionismo a través de la mirada de los docentes": presenta sus perspectivas e inquietudes, registros y discusiones sobre los desafíos que enfrentan los docentes en el desarrollo de la feria, frente a temas sociocientíficos controversiales, y las opiniones de los profesores sobre cómo la ciencia puede contribuir a combatir el negacionismo científico.
- Categoría II - "Percepciones de los estudiantes sobre el trabajo con Temas Sociocientíficos Controvertidos (TScC) en una Feria de Ciencias (FC)": cubre discusiones sobre las percepciones de los estudiantes sobre la participación en la feria, sus posiciones frente al trabajo de TScC y las contribuciones de la Feria de Ciencias para discutir el negacionismo científico en la sociedad.

4.1 Categoría I. Colaboración Feria de Ciencias (FC) en la lucha contra el negacionismo desde la mirada de los docentes

Esta categoría incluye extractos de discursos de docentes derivados de diálogos continuos realizados con los investigadores a lo largo del trabajo investigativo. También forman parte de las discusiones las recomendaciones de los docentes sobre los desafíos para desarrollar una FC con Temas Sociocientíficos Controvertidos (TScC), lo que implica ampliar el espectro de discusiones presentes en los libros de texto hacia temas "candentes" en la sociedad. Por eso, luego del curso de formación (Pinheiro & Colombo Junior, 2024), comenzando a trabajar con los estudiantes en el aula, preguntamos a algunos profesores sobre sus expectativas respecto a la FC.

Como miembro de retroalimentación, Bromelia argumentó que estaba bastante preocupada por el trabajo y cómo la comunidad recibiría tales discusiones, "[...] es nuestro nombre el que está al frente y teníamos miedo de tener que entregárselo a Alguien fuera de la escuela, ¿verdad?" (Bromelia). Esta fue una preocupación recurrente entre los docentes, especialmente vinculada a preparar a los estudiantes para discutir los temas. Este resultado evidencia que el trabajo con temas controversiales en la escuela, en

especial con estudiantes de enseñanza primaria (entre 11 y 15 años), no es una tarea trivial. Ello revela la complejidad de la mediación docente frente a la posible resistencia de la comunidad externa ante temáticas como el cannabis y el aborto, por ejemplo. Se observó que la preocupación por los aspectos éticos y políticos fue una constante entre los profesores participantes en la investigación. De este modo, la inseguridad profesional detectada y los desafíos de gestionar conflictos que pudieran surgir en la Feria de Ciencias ponen de manifiesto la urgente necesidad de una formación docente que trascienda el mero aspecto pedagógico. A pesar de que los profesores señalaron la importancia de la FC y los temas a tratar, la inseguridad residía en cómo los estudiantes trabajarían los temas, dadas las dificultades añadidas por la pandemia, como se evidencia en los discursos de Orquídea y Bromelia.

Algunas personas tienen buenos teléfonos móviles, otras no. A algunos la madre les deja salir a investigar, a otros la madre ya no les permite. Para que vean la obra folclórica de la alumna C [hija de la maestra Violeta] es del 9º año, todos más grandes ¿no? Ayer me obligaron a subir al auto a la estudiante C porque dijo: “Mamá, no hay quien entregue, no hay quien arme el trabajo. La metí en el auto y le dije, vámonos. Vale la pena, hija mía, vale la pena la responsabilidad, vamos tras ella, porque hay algunos que lo hacen y otros no. Hay algunos que investigan, a algunos la mamá los suelta, a otros la mamá ya no los suelta (Orquídea).

Sí, siempre es así. Independientemente de la pandemia, siempre han tenido esta dificultad, pero ahora parece haber aumentado (Bromelia).

A pesar de tales preocupaciones, todos los docentes respondieron que ya habían trabajado con FC o similar a lo largo de su carrera y que la novedad en el presente caso estaba en los temas a tratar, es decir, según algunos docentes, la FC los obligó a investigar temas para los cuales tampoco tenía una opinión formada. Este constituye un resultado fundamental de la investigación, dado que trasciende la formación pedagógica tradicional de carácter enciclopedista. Ello señala la importancia de una formación docente continúa cimentada en temas contemporáneos que afectan directamente la vida de los estudiantes y de la comunidad en su conjunto. Para algunos profesores, el trabajo con la Feria de Ciencias (FC) representó una situación que los sacaría de su “zona de confort” (Bromelia).

Entonces, a veces los estudiantes se asustan y nosotros también. Funcionará, te pone nervioso, te va a temblar, pero creo que cuando sale el trabajo es nuevo, [son] ellos quienes lo hicieron (Orquídea).

El discurso de Orquídea revela una mirada a una exposición escolar en la que se presentan temas sin preocuparse por posiciones divergentes entre los visitantes, es decir, temas que están pacificados y presentes en los currículos escolares desde hace algún tiempo. En contraste, algunos temas de la FC propuestos generaron aprensión entre los docentes, por ejemplo, el tema del consumo de *Cannabis*. Cuando se les preguntó si este tema debería eliminarse de la FC, la mayoría de los docentes se mostraron a favor de no abordarlo, aunque entendían la importancia de la discusión. Sin embargo, el tema quedó en la feria, ya que el profesor Lirio propuso asumir la discusión con los estudiantes. En diálogo con la profesora Melissa, ella relató que algunos estudiantes de séptimo año le preguntaron si sabía que la marihuana se usaba para tratar enfermedades. Entonces argumentó: “Les dije que sí y me preguntaron: ¿Entonces eso significa que podemos tomar marihuana, usarla y tener un negocio libre? Dije que no. No es así” (Melissa). Se trata de un registro que resalta la importancia de trabajar este tema en el contexto escolar, además de explicar la precisión del trabajo docente. En ese contexto, la docente citó el trabajo del profesor Lirio con los estudiantes en el manejo de un tema que, aunque controversial, estaba siendo tratado de manera esclarecedora. Como sostiene Reis (2004, p. 67), apoyado en otros autores, “muchos docentes evitan la controversia por miedo a posibles protestas de los responsables de la educación”, ya sea por un posible descontrol durante las discusiones, o porque no tienen formación para el manejo y orientación de discusiones en el aula o porque no saben evaluar actividades de discusión sobre temas sociocientíficos. Según reveló la docente Melissa, la discusión sobre *Cannabis* y marihuana con los estudiantes de séptimo

año generó polémica, malestar y exigió un trabajo más allá de lo propuesto para la FC en el colegio. Forgiarini y Auler (2009, p. 403) sostienen que “dado que las controversias son algo inherente a la dimensión humana, ¿cómo podemos esperar formar ciudadanos capaces de decidir sobre cuestiones complejas de sus vidas, si no se anima a los estudiantes a pensar críticamente sobre las cuestiones controversiales?”.

Ampliando esta comprensión, Reis (2001, p. 1) es claro al afirmar que “en una sociedad democrática, la evaluación pública de la Ciencia depende de individuos capaces de reconocer lo que está en juego en una controversia científica, de alcanzar una opinión informada y de participar en discusiones, debates y procesos de toma de decisiones”, es decir, ya no es posible pensar en una escuela alejada de las discusiones presentes en la vida cotidiana de las personas, muchas de las cuales son controversiales. Este hecho resalta la importancia y el papel del docente en la conducción de los debates. Quizás este sea exactamente el punto de intersección entre la propuesta de la FC temática, la contribución a la formación ciudadana de los estudiantes y la necesidad de formación de docentes, para orientar a los estudiantes. Así, sale a relucir la importancia de la mediación docente, incentivando la búsqueda de fuentes seguras de información y el debate con los estudiantes, acciones esenciales para la construcción de los argumentos de los estudiantes. Se trata, por lo tanto, de un trabajo de construcción de argumentos, según el cual Moreira et al. (2022), apoyados en otros autores, afirman que la escuela es un espacio de discusión de temas controversiales, por tres razones principales:

En primer lugar, los planes de estudio escolares tienen una variedad de formas y temas que permiten conexiones con las controversias. En segundo lugar, dependiendo de su formación y experiencia, los docentes ya tienen o pueden desarrollar conocimientos que les permitan presentar argumentos y mediar en discusiones entre y con los estudiantes. Finalmente, y lo más importante para la discusión de este trabajo, la escuela es uno de los pocos espacios en los que los estudiantes tienen la oportunidad de conocer personas que piensan diferente a ellos y a sus familias para discutir un tema específico y, con la mediación de un adulto (el profesor) (Moreira et al., 2022, p. 4).

En línea con tales argumentos, en los diálogos durante y después de la FC en la escuela, muchos docentes expresaron su satisfacción con la acción llevada a cabo por la escuela y con su contribución a la lucha contra el negacionismo científico y las noticias falsas que, a su juicio, además de sacar al personal docente de la escuela de su zona de confort, tampoco permitió posponer la discusión de temas emergentes en la sociedad. Así, el profesor Lirio, cuando se le preguntó sobre la feria, dijo: “*Fue una feria sorprendente, porque los temas controversiales nos llevaron a buscar muchos estudios y así adquirimos nuevos e importantes conocimientos*” (Lirio). Aquí vemos los beneficios de la feria también para la formación continua de los docentes, es decir, la búsqueda continua del conocimiento, especialmente en temas que están presentes en la sociedad y que contribuyen al trabajo con los estudiantes, como muchos afirmaron. Se suman otras consideraciones en este sentido, como:

Para mí fue un desafío, ya que era necesario discutir inicialmente lo que era un tema controvertido con los estudiantes y trabajar el tema con una visión diferente, es decir, las diversas discusiones sobre este tema y abordar los puntos positivos y negativos (Margarita).

Buscando contextualizar y reflexionar sobre la colaboración de la FC para combatir el negacionismo, la profesora Violeta sostuvo que comprender el tema tratado y encontrar las controversias fue sin duda uno de los mayores desafíos para ella y los estudiantes, siendo un claro aporte de la feria en la problematización de las ideas negacionistas. Según ella, “*generalmente en la feria de ciencias se menciona un tema y los estudiantes producen algo al respecto, pero con temas controversiales es necesario [tener] una comprensión y una búsqueda mayor para entender lo que queremos decir y presentar*” (Violeta).

Esta percepción se evidenció a lo largo de muchos momentos del trabajo investigativo realizado, ya sea en diálogos presenciados por los investigadores entre docentes o en conversaciones directas con ellos a lo largo del trabajo y en el seguimiento post-feria con los estudiantes, en las clases. En el seguimiento, por ejemplo, los diálogos con los docentes permitieron comprender que, para ellos, la FC cumplió su papel de aliado en la lucha contra el negacionismo, resumido en al menos diez puntos destacados por ellos, tales como:

1. Promoción de ambientes que se incentivara a los estudiantes a un proceso investigativo.
2. Comprender la importancia de buscar información fiable sobre la ciencia.
3. Desarrollo de una mirada más crítica ante situaciones controversiales en el día a día.
4. Practica del respeto por las diferentes opiniones entre los visitantes del FC.
5. Desarrollo y fomento de la criticidad.
6. Apertura a nuevos conocimientos y conceptos más allá de los presentes en los libros.
7. Motivación y trabajo en equipo y ejercicio de la creatividad en la construcción de stands temáticos.
8. Práctica de argumentación a la hora de presentar temas a los visitantes de la feria.
9. Disciplina con las tareas realizadas en la preparación, construcción e implementación de la feria.
10. Autorreflexión sobre los temas tratados en la FC, en diálogo y visita a otras salas de presentación y grupos involucrados.

Los análisis en esta primera categoría reflejan la importancia de la FC como contribuyente a combatir y problematizar el negacionismo científico a los ojos de los docentes participantes. Sus discursos y posiciones muestran que abordar temas controvertidos y cotidianos da un nuevo significado al proceso educativo de los estudiantes, abriendo nuevos horizontes de reflexión, con el fin de fomentar discusiones de posiciones a veces divergentes. Así, es posible afirmar que la experiencia de la FC contribuyó a pensar cuestiones que confrontan el conocimiento científico. En palabras de Margarita: *“la semilla está plantada, ahora hay que regarla para que estos mismos estudiantes sigan expresándose y aportando a algo más allá de la escuela. Hasta el día de hoy recuerdan la feria de ciencias de 2022, probablemente fue algo significativo para ellos”*. ¡Que esto genere buenos frutos de ciudadanía!

4.2 Categoría II. Percepciones de los estudiantes sobre el trabajo con Temas Sociocientíficos Controvertidos (TScC) en una Feria de Ciencias (FC)

Esta categoría abarca las percepciones de los estudiantes sobre los temas científicos como un medio para problematizar el negacionismo científico. Estos debates se ven favorecidos por extractos de sus discursos, conversaciones a lo largo de la feria, registros en la sala y trabajos posteriores a la feria. Después de la feria, intentamos no interferir en el trabajo profesor-alumno, permitiendo que las discusiones fluyeran de la forma más natural posible. El objetivo fue observar el trabajo de los docentes y las percepciones de los estudiantes luego de la feria. Así, registramos lo significativo que fue para los estudiantes el trabajo con FC, siendo mencionado en frases como: *“eso no lo sabía”, “sin el profesor no podríamos hacerlo”, “en la escuela la información es más confiable”*.

Al seguir la feria, notamos claramente la implicación, actitud y dedicación de los estudiantes, que esta acción los animó a involucrarse en actividades, investigaciones y debates, llevados a las aulas. Los debates sobre los pros y los contras de ciertos temas eran a menudo acalorados. Volvemos a los discursos de Violeta y Bromelia, cuando reflexionaron que sería una oportunidad para que los estudiantes aprendieran a respetar las opiniones de los demás, que no sería un duelo, sino puntos de vista diferentes. As ferias son espacios que superan el modelo de enseñanza tradicional basado en la transmisión de

contenidos. Esta implicación ya la hemos visto en la preparación de FC, en el aula. Respecto a este momento de preparación (en clase), luego de ver un documental que trataba el tema “aborto”, la clase de 9º año B participó en una discusión muy acalorada, con un grupo defendiendo a las mujeres y sus cuerpos, en el sentido de tener autonomía. En la decisión de mantener o no el embarazo y otro grupo de estudiantes defendiendo la existencia de mantener el embarazo y concientizando a la población sobre los métodos anticonceptivos. Melissa intervino mostrando que se deben respetar las diferentes posiciones y contribuir a los debates, pero sobre todo entendiendo que, según la ciencia, no hay bien o mal y que la investigación científica crece cada día para ayudar a enfrentar estas situaciones, que involucran aspectos científicos, sociales, económicos y religiosos.

Este fue un tema que generó muchas discusiones en el desarrollo de la feria de ciencia. Los estudiantes responsables de la temática del embarazo en la adolescencia y la legalización del aborto se organizaron en tres frentes de discusión. El primero versó sobre la defensa del aborto como derecho reproductivo y contexto científico; el segundo exploró las perspectivas contrarias a la práctica, fundamentadas en el derecho a la vida y en preceptos científicos; el tercero, por su parte, se concentró en la prevención, abordando métodos anticonceptivos y la concienciación sobre las ITS. Los grupos establecieron un diálogo crítico con el público, defendiendo sus posicionamientos mediante una argumentación sólida y base científica. Uno de los relatos explicados por los estudiantes trataba sobre una visitante que cuestionaba constantemente al grupo que mostraba el grupo favorable al aborto. La mujer, siendo religiosa, no aceptó la posición del grupo y argumentó en contra todo el tiempo. Uno de los estudiantes le dijo que ella estaba allí mostrando el lado científico del tema, con muchos argumentos, pero aun así no la entendían. Una estudiante del grupo, en clase, argumentó que no intentó cambiar de opinión, que entendía la posición religiosa del visitante, pero que es importante comprender y reflexionar sobre ambos lados del tema. La estudiante también mostró respeto por la religiosidad del visitante, pero aun así defendió su opinión. Este fue un claro aporte de FC para sensibilizar a los estudiantes sobre el respeto a las contradicciones y a argumentar sobre lo que creen y tienen base científica.

Otro momento interesante en la construcción del FC ocurrió en la clase de 8º año A, cuyo tema fue el uso del *Cannabis*. Algunos estudiantes hablaron con el profesor, argumentando que el tema era demasiado complejo, especialmente para exponerlo a la comunidad fuera de la escuela. Este hecho estuvo en línea con las discusiones mantenidas con los docentes a lo largo del curso de formación. Sin embargo, Lirio, al hablar con los estudiantes sobre el tema, presentó un documental sobre el uso de *Cannabis* para tratar a un niño con convulsiones, sensibilizando a los estudiantes para discutir el tema. Hubo momentos de gran aprendizaje y emoción entre los estudiantes, que se dieron cuenta de la importancia de la investigación científica sobre el uso de esa sustancia en medicina y que no estaba relacionada con la condonación del consumo de drogas. En medio de las discusiones, un estudiante relató que en sus búsquedas en Internet observó la gran burocracia gubernamental en el suministro de la sustancia con fines medicinales, lo que dificultaría el tratamiento de enfermedades.

Trabajar con temas controversiales también permitió contextualizar temas delicados que, en ocasiones, ni siquiera eran conocidos por los estudiantes. En este aspecto, tras la feria identificamos que muchos estudiantes se sorprendieron con descubrimientos como, por ejemplo, la basura espacial o los alimentos transgénicos. En lo que respecta a los alimentos genéticamente modificados, se expusieron ventajas como su mayor durabilidad y la reducción de costos para el consumidor. En contrapartida, el análisis de las desventajas destacó los riesgos para la salud, tales como el potencial alergénico. Para ilustrar la temática, los estudiantes presentaron muestras de dichos alimentos y la simbología de identificación en sus envases. Paralelamente, al abordar los impactos de los desechos ambientales y el papel del avance tecnológico, los alumnos se dividieron entre la defensa del uso de satélites artificiales y la advertencia sobre los peligros de los residuos espaciales para la atmósfera. Se concluyó que, para que la sociedad

continúe disfrutando de los beneficios de las tecnologías espaciales, es imperativo adoptar prácticas sostenibles e invertir en investigaciones orientadas a la mitigación de la basura espacial (Corbacho, 2023). Cuando se les preguntó sobre estos temas y lo que aprendieron de la feria, los estudiantes se mostraron firmes al afirmar el aporte de la feria: *“¡No sabía que existía la basura espacial!”* (Estudiante 1 de 7° B), *“Me gustó mucho. Aprendí muchas cosas investigando. Pero si no fuera por ti (refiriéndose al maestro) no podríamos hacerlo”* (Estudiante 2 de 7° año B) y *“No sabía que el Cannabis ayudaba con enfermedades. Pensé que eran sólo drogas. Vi el video que mostró la profesora”* (Estudiante 2 de 8° año A).

Para este último estudiante, consumir *Cannabis* era como fumar marihuana y nunca había pensado en lo contrario. A partir de los videos utilizados por la docente para discutir el tema y la preparación para la FC, el estudiante comprendió que existía la posibilidad de combinarlo con el uso medicinal. Fue allí donde se amplió su comprensión y construcción de argumentos (como él mismo demostró). Siguiendo con el mismo tema, se preguntó a los estudiantes cómo ven el papel de la ciencia en la sociedad. En esta misma clase (8° año A), un estudiante explicó: *“Creo que es muy importante. La investigación ayuda mucho en la vida de las personas. Pero creo que hay burocracia gubernamental, porque en el caso de la familia que necesita el medicamento, sólo lo consiguió a través de los tribunales. Podría ser más fácil”* (Estudiante 3 de 8° año A). Se puede notar claramente la percepción del estudiante de asociar la gran brecha entre aspectos de la ciencia relacionados al tema y el diálogo con la sociedad, hecho que corrobora la importancia de esa discusión en el contexto escolar y su apertura a la comunidad fuera de la escuela. Sobre este aspecto, un estudiante complementa la discusión afirmando que: *“Mucha gente [que visitó la feria] ni siquiera sabía que existía [el tratamiento con cannabis]. Pensaban que las drogas eran drogas. Mi madre tampoco sabía de esta posibilidad y se lo expliqué. También se lo explicamos a los que nos visitaron y a la gente le pareció interesante”* (estudiante 2 de 8° A).

Es interesante notar en el discurso del estudiante la conexión entre los estudios realizados en el aula, su presentación en la FC y el diálogo desarrollado en casa, con la familia, es decir, ampliar y difundir temas y argumentos científicos a otros espacios además de la escuela. Se trata de un claro aporte a la difusión del conocimiento científico en la lucha contra el negacionismo y las noticias falsas, que llega a los hogares a través de lo aprendido en la escuela, contribuyendo así a la formación de ciudadanía de las personas. Este mismo estudiante, cuando se le pregunta cómo FC podría contribuir a la lucha contra las noticias falsas y el negacionismo, menciona que: *“Ayuda mucho. En la escuela aprendemos de fuentes seguras. Aunque me gusta buscar vídeos en YouTube, creo que en la escuela es más fiable. La profesora ayudó mucho”* (Estudiante 2 de 8° año A). Esta percepción respalda el éxito de la feria de ciencia como medio para combatir la negación de la ciencia, además de resaltar la conciencia de los estudiantes sobre la importancia de buscar fuentes seguras de información. Alves y Maciel (2020, p. 153) sostienen que, por regla general,

Las noticias falsas encuentran su fuerza motriz no en el deseo de negar la verdad, sino en el deseo de ganar la disputa a cualquier precio, incluso si esto requiere falsificar la realidad. La gente deja de preguntarse si la noticia es verdadera o falsa. Les preocupa aún menos si los hechos están bien establecidos o si la fuente es confiable. Lo único que importa es si la noticia favorece tu posición en un contexto polarizado.

La búsqueda de información por parte de los estudiantes sobre, por ejemplo, la basura espacial, el uso de pesticidas, el uso de animales en investigaciones científicas, el calentamiento global, los movimientos antivacunas, entre otros presentes en la FC, les permitió adquirir un sentido de la importancia de cuestionar e investigar la diversidad de opiniones y la realidad de los hechos, especialmente después de la feria. A modo de ejemplo, un estudiante argumentó con Rosa que: *“Me alegro de haberme quedado en el grupo que defiende la Tierra esférica. La Tierra no es plana y no quisiera hablar de eso porque es mentira”* (Estudiantes 4, 7° año A). La Tierra plana se configura como un exponente del negacionismo

científico y conspirativo contemporáneo, propagándose en diversas plataformas y caracterizándose, primordialmente, por el ataque sistemático a la enseñanza de las ciencias (Clementino, Brito & Duarte, 2022). Bajo esta óptica, la temática fue articulada con éxito por los estudiantes, quienes presentaron evidencias fácticas en contraposición a noticias falsas (fakes) sobre la forma de la Tierra. El abordaje estimuló la reflexión crítica de los visitantes, permitiendo el esclarecimiento de dudas acerca de este tema que, aunque científicamente superado, permanece controvertido en el debate público. Fue interesante comprender la posición de los estudiantes sobre el tema, pues también favoreció el debate sobre el apoyo que defienden las personas que creen en la no esfericidad de la Tierra y lo que se encuentra en internet sobre el tema. Los análisis en esta categoría mostraron que los estudiantes percibieron la FC como una contribución importante para pensar sobre la desinformación sobre la ciencia en la escuela, llevándolos a reflexionar y construir su conocimiento de manera crítica y reflexiva.

5. Implicaciones y conclusiones de la investigación

La presente investigación tuvo como objetivo analizar cómo la idealización y realización de una Feria de Ciencias (FC), centrada en temáticas sociocientíficas controversiales, actúa como un espacio de Divulgación Científica (DC) capaz de problematizar el negacionismo científico en el ámbito escolar. Buscamos analizar cómo FC con temas controversiales contribuir a discutir el negacionismo científico. Cabe señalar que, realizar una FC con temas sociocientíficos controversiales en un breve período posterior a la pandemia de COVID-19 fue un gran desafío en la escuela. Esto se debe a que vivimos un escenario conflictivo con tantas preguntas sobre la ciencia, incertidumbres sobre procedimientos y métodos, negaciones científicas y noticias falsas, que aún afectan a las personas y a diferentes segmentos de la sociedad. Coincidimos en que aprender a tomar decisiones es un propósito educativo y un desafío para los docentes a la hora de identificar y proponer nuevas metodologías para enseñar y abordar temas sociocientíficos, incluidos aquellos inmersos en controversias. Por lo tanto, iniciar esta investigación prestando atención a la preparación de los docentes fue una decisión acertada, en la que muchas inconsistencias formativas, dudas y prejuicios fueron puestos en la mesa de discusión, en grupo y socializados.

En las entrevistas en diálogo realizadas, así como en el seguimiento post-feria, se evidenció que la mayor inseguridad estaba en el campo de las preguntas que podían surgir con los temas discutidos con el público externo a la escuela, especialmente con las familias de los estudiantes. Sin embargo, como retrataron las profesoras Bromelia y Violeta, el trabajo valdría la pena, pues al final sería gratificante, ¡y lo fue! Este fue el sentimiento que revelaron todos los docentes al finalizar la feria, demostrando que el trabajo fue exitoso. Otro temor entre los docentes era que los estudiantes no pudieran comprender los temas que se discutirían en la feria, incluso que los propios docentes no pudieran lidiar con estas controversias o se sintieran inseguros. Aunque se considere que la percepción de las profesoras fue la de un trabajo exitoso, la FC evidenció la necesidad de una formación docente continua que trascienda el mero aspecto pedagógico. Esta formación debe estar en sintonía con cuestiones apremiantes de la sociedad, tales como el cambio climático, las crisis sanitarias o los debates sobre el uso del cannabis y sus derivados. Entendemos que esta preocupación es aceptable y natural, ya que todo lo “nuevo” en el contexto escolar puede provocar en un primer momento inseguridad, al ser diferente a lo habitual y sacarnos de la zona de seguridad. Las reflexiones que emergen de la investigación realizada muestran que la FC contribuyó a (re)pensar la importancia de discutir temas “candentes” en el contexto escolar y llevarlos a nuevos horizontes formativos, externos a la escuela.

Finalmente, la feria de ciencias demostró ser una forma de acercar la ciencia a la sociedad, haciendo que el discurso científico sea crítico y reflexivo y llevando a las personas a reflexionar sobre la información sobre la ciencia que les llega. Cabe agregar que la FC se presentó como una acción que permitió generar

discusiones sobre temas actuales de la sociedad, muchas veces ocultos en los currículos y discusiones escolares. Destacamos que, después de la feria, la escuela pasó a considerarlo como un proyecto que conforma su Proyecto Político Pedagógico, integrando sus acciones, lo cual es una implicación importante de la investigación realizada. En caso de postular un manuscrito de la tipología crónica de experiencia, presente un análisis detallado del desarrollo de las actividades expuestas en la metodología, presentando sus hallazgos, evidencias y conclusiones.

6. Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq, Brasil). Al Grupo de Estudio e Investigación en Educación No Formal y Enseñanza de Ciencias (GENFEC) de la Universidad Federal del Triángulo Mineiro (UFTM) e, igualmente, al profesor Daniel Fernando Bovolenta Ovigli por su colaboración en la traducción de este trabajo

7. Contribución de autores

Ana Paula Zanolli-Pinheiro: construcción y curación de datos, análisis formal, metodología, redacción y revisión. Pedro Donizete Colombo Junior: supervisión, conceptualización, análisis formal, adquisición de fondos, redacción, revisión final y edición.

8. Declaración de fuentes de financiación

Esta investigación contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) (Procesos 403506/2021-2 y 303535/2022-9).

9. Declaración de uso de inteligencia artificial

No se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa ni tecnologías asistidas por IA durante la elaboración del manuscrito.

10. Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

11. Referencias

- Alves, M. A. & Maciel, E. (2020). O fenômeno das fake news: definição, combate e contexto. *Internet & Sociedade*, 1, 144-171.
- Araújo, M. F. F. de, Santiago, J. F. A. & Silva, N., C. da. (2023). A divulgação científica como ferramenta para incluir discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências. *Revista Educação em Debate*, 45(90), 1-22.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições. v. 70
- Bueno, W. C. (1985). Jornalismo científico: Conceitos e funções. *Ciência e Cultura. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, 37(9), 1420-1427.
- Clementino, H. M., Brito, D. Q., & Duarte, I. (2022). A forma da Terra: Um percurso investigativo sobre as evidências da esfericidade da Terra com estudantes dos anos finais do ensino fundamental. *Physicae Organum*, 8(1), 309–331.
- Colombo Junior, P. D., Marandino, M. & Scalfi, G. (2023). Percepções de visitantes sobre questões sociocientíficas controversas em exposições sobre biodiversidade. *Areté (Manaus)*, 21, 1-22.

- Colombo Junior, P. D., Ovigli, D. F. B. (2022). O papel dos museus de ciências contra o negacionismo da ciência: o que está em jogo? In M. V. dos Santos; M. Cardoso; M. S. Bruck. (Org.). *Dossiê contra o negacionismo da ciência: a importância do conhecimento científico* (pp. 156-165). (1a ed). Belo Horizonte: PUC Minas.
- Corbacho, V. S. (2023). *Lixo espacial e os possíveis riscos à exploração do espaço e ao ambiente terrestre: Um enfoque na educação básica* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana]. Repositório Institucional UEFS. <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1571>
- Forgiarini, M. S. & Auler, D. A. (2009). A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do “florestamento” no Rio Grande do Sul. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 399-421.
- Gallon, M. da S., Silva, J. Z., Nascimento, S. S. do & Rocha Filho, J. (2019). Feiras de Ciências: Uma possibilidade à divulgação e comunicação científica no contexto da educação básica. *Revista Insignare Scientia*, 2(4), 180-197.
- Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *ERA*, 35(2), 57-63. <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>
- Krupczak, C., Aires, J. A. & Reis, P. (2020). Controvérsias sociocientíficas: Análise comparativa entre Brasil e Portugal. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 16(37), 89-105.
- Marandino, M. et al. (2003). A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? In *Anais [...]*. ENPEC/ABRAPEC. Bauru, SP.
- Marandino, M., Contier, D. F., Navas, A. M., Bizerra, A. & Neves, A. L. C. das. (2016). *Controvérsias em museus de ciências: reflexões e propostas para educadores*. São Paulo, Brasil: FE-USP. <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/?p=2403>.
- Moreira, H. A., Moura, F. & Teixeira, P. (2022). Homeschooling, ensino de controvérsias e o novo conservadorismo brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 52, e09693, 1-18. <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/9693>
- Pinheiro, A. P. Z. & Colombo Junior, P. D. (2024). Feira de Ciências e Educação CTS: desafios enfrentados por professores no trabalho com temas sociocientíficos controversos na escola. *Indagatio Didactica*, 16(3), p. 437-454, 2024.
- Queiroz, D. T., Vall, J., Souza, A. M. A. & Vieira, N. F. C. (2007). Observação participante na pesquisa qualitativa: Conceitos e aplicações na área da saúde. *Revista Enfermagem UERJ*, 15(2), 276-83.
- Reis, P. (2001). O ensino das ciências através da discussão de controvérsias: realidade ou ficção? In B. D. Silva, L. S. Almeida (Org.). *Anais [...]*. VI Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia (pp. 367-379). Braga: Universidade do Minho.
- Santos, A. B. dos. (2012). Feiras de ciência: um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. *Revista Ciência em Extensão*, 8(2), 155-166.
- Simonneaux, L. (2014). Questions socialement vives and socio-scientific issues: new trends of research to meet the training needs of postmodern society. In C. A. Bruguère, P. C. Tiberghien (eds.). *Topics and trends in current science education* (pp. 37-54). Dordrecht: Springer.
- Souza, P. H. R. de & Rocha, M. B. (2018). O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos. *Ciência & Educação*, 24(4), 1043-1063. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040015>
- Thum, C. & Bartelmebs, R. C. (2012). (Org.). *Metodologia de Pesquisa em Educação: pressupostos e experimentações*. Rio Grande: Editora da Furg.
- Vieira, C. E. C. & Gonçalves, B. D. (2022). Negacionismo científico e suas bases psicopolíticas e socioculturais. In M. V. dos Santos, M. Cardoso, M. S. Bruck. (org.). *Dossiê contra o negacionismo da ciência: a importância do conhecimento científico* (pp. 33-47). (1a ed.). Belo Horizonte, MG: PUC Minas.
- Zanoli-Pinheiro, A. P. (2023). *A divulgação científica no combate ao negacionismo científico: contribuições de uma feira de ciências*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG.
- Zanoli-Pinheiro, A. P., Colombo Junior, P. D., & Bovolenta Ovigli, D. F. (2025). Discutindo temas controversos em uma feira de ciências escolar. *A Física na Escola*, 23(1), e250309. <https://doi.org/10.59727/fne.v23i1.309>



TEACHERS' PERCEPTIONS OF CURRICULUM INTEGRATION BETWEEN NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS IN HIGH SCHOOL: A DIAGNOSTIC STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF INTERDISCIPLINARY PROPOSALS

PERCEPCIONES DOCENTES SOBRE LA INTEGRACIÓN CURRICULAR ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: UN DIAGNÓSTICO PARA EL DESARROLLO DE PROPUESTAS INTERDISCIPLINARIAS

PERCEPÇÕES DOCENTES SOBRE A INTEGRAÇÃO CURRICULAR ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UM DIAGNÓSTICO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS INTERDISCIPLINARES

Renata Teófilo de Sousa*^{ID}, Auzuir Ripardo de Alexandria^{ID}
Ana Karine Portela Vasconcelos***^{ID}**

Sousa, R. T., de Alexandria, A., Portela . A. (2026) Teachers' Perceptions of Curriculum Integration between Natural Sciences and Mathematics in High School: a diagnostic study for the development of interdisciplinary proposals. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e-24305. <https://doi.org/10.14483/23464712.24305>

Abstract

This article is part of a paper-based doctoral thesis and presents the results of a diagnostic-exploratory investigation into Basic Education teachers' perceptions of curricular integration and interdisciplinarity among Mathematics, Physics, Chemistry, and Biology. The study adopts a mixed-methods approach, using a structured questionnaire with closed and open-ended questions applied to 41 high school teachers from public schools in the state of Ceará, Brazil. Descriptive analysis of quantitative data and thematic content analysis of open responses were employed. The findings reveal significant gaps in initial and continuing teacher education, a lack of institutional time for collaborative planning, limited familiarity with interdisciplinary proposals, and insufficient institutional support. Despite these obstacles, teachers report successful isolated experiences using projects, problem-based learning, and educational technologies, underscoring the feasibility of integrative practices when structural and formative conditions are met. The study reinforces the need for educational initiatives that overcome disciplinary

* Doutoranda em Ensino (RENOEN/IFCE), Professora Efetiva da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE), Brasil, renata.sousa1@prof.ce.gov.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5507-2691>

** Doutor em Engenharia de Telecomunicações (UFC), Docente Permanente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE campus Fortaleza), Brasil, auzuir@ifce.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6134-5366>

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

fragmentation and promote collaborative teaching. As a diagnostic foundation for a broader doctoral research, the results support the development of a context-sensitive interdisciplinary methodological framework for Natural Sciences and Mathematics in secondary education.

Keywords: curriculum integration; interdisciplinarity; teacher education; natural sciences; high school.

Resumen

Este artículo forma parte de una tesis doctoral en modalidad *paper-based* y presenta los resultados de una investigación de carácter diagnóstico-exploratorio sobre las percepciones de docentes de Educación Básica acerca de la integración curricular y la interdisciplinariedad entre Matemáticas, Física, Química y Biología. El estudio, de enfoque mixto, utilizó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas aplicado a 41 profesores de Enseñanza Media de escuelas públicas del estado de Ceará, Brasil. El análisis descriptivo de los datos cuantitativos y el análisis de contenido de las respuestas abiertas revelaron deficiencias en la formación inicial y continua, falta de espacios institucionales para la planificación conjunta, desconocimiento de propuestas interdisciplinarias y escaso apoyo institucional. A pesar de estos obstáculos, los docentes reportan experiencias aisladas exitosas mediante proyectos, metodologías activas y tecnologías educativas, mostrando que las prácticas integradoras son viables cuando existen condiciones estructurales y formativas adecuadas. Los resultados refuerzan la necesidad de iniciativas formativas que superen la fragmentación disciplinar y fomenten la colaboración docente. Como base para una investigación doctoral más amplia, los hallazgos sustentan el desarrollo de un modelo metodológico interdisciplinario contextualizado para las Ciencias Naturales y las Matemáticas en la educación secundaria.

Palabras clave: integración curricular; interdisciplinariedad; formación docente; ciencias naturales; educación secundaria.

Resumo

Este artigo integra uma tese de doutorado no formato *paper-based* e apresenta os resultados de uma investigação de caráter diagnóstico-exploratório sobre as percepções de professores da Educação Básica acerca da integração curricular e da interdisciplinaridade entre os componentes de Matemática, Física, Química e Biologia. A pesquisa, de abordagem mista, utilizou um formulário estruturado com questões fechadas e abertas, aplicado a 41 docentes do Ensino Médio de escolas públicas do Ceará. A análise descritiva dos dados quantitativos e a análise de conteúdo das respostas abertas revelaram lacunas na formação inicial e continuada, ausência de espaços institucionais para planejamento coletivo, desconhecimento de propostas interdisciplinares e carência de apoio institucional. Apesar desses obstáculos, os professores relatam experiências isoladas bem-sucedidas com projetos, metodologias ativas e tecnologias educacionais, evidenciando que práticas integradoras são viáveis quando condições estruturais e formativas são garantidas. Os achados reforçam a necessidade de propostas formativas que superem a compartimentalização disciplinar e valorizem a colaboração docente. Como

subsídio para uma pesquisa de doutorado mais ampla, os resultados fundamentam o desenvolvimento de um modelo metodológico interdisciplinar contextualizado para as Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio.

Palavras-Chave: integração curricular; interdisciplinaridade; formação docente; ciências da natureza; ensino médio.

1. Introduction

The fragmentation of knowledge in secondary education has been a recurring critique in educational literature. Authors such as Japiassú (2006) and Imbernón (2016) warn of the adverse effects of a compartmentalized curriculum, which separates school content from the complexity of students' lived reality. The latter even poses a categorical question: "Is this what our youth need in order to live in a society of ignorance and manipulation, where they are expected to know many things, perhaps poorly, and without any relation among them?" (Imbernón, 2016, p. 55). The author further challenges the long-standing educational discourse on globalization and interdisciplinarity by asking, "Is it possible to learn competencies while fragmenting the curriculum?" (p. 55).

According to Japiassú (2006, p. 1), unlimited specialization "has culminated in an increasing fragmentation of the epistemological horizon. We have reached a point where the specialist has been reduced to an individual who, by knowing more and more about less and less, ends up knowing everything (or almost everything) about nothing." The author discusses the fragmentation of knowledge and the compartmentalization among disciplines as a major problem in education, analyzing how knowledge has become overly specialized and subdivided, thereby losing both the holistic perspective and its connection with students' lived reality.

The *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC, Brazilian Common National Curriculum), however, moves in the opposite direction of fragmented teaching by proposing a curriculum organized by areas of knowledge. This structure seeks to strengthen the relationships among different forms of knowledge and their contextualization (Brazil, 2018). Within this framework, interdisciplinarity, under the broader concept of curricular integration, constitutes a key strategy for connecting distinct subject areas and curricular components, enabling contextualized learning through the exploration of contemporary themes and the development of the general competencies established for Basic Education.

The normative document highlights the need to "decide on forms of interdisciplinary organization of curricular components and to strengthen the pedagogical competence of school teams to adopt more dynamic, interactive, and collaborative strategies regarding the management of teaching and learning" (Brazil, 2018, p. 16). However, as Brunieri (2024) points out, the BNCC does not provide specific guidelines on how teachers and schools should implement such interdisciplinary organization, nor does it specify which pedagogical strategies should be adopted to achieve these objectives.

According to Castro et al. (2020), the absence of clear methodological guidelines in the BNCC has created significant challenges and uncertainties for teachers, particularly in implementing interdisciplinary approaches. The search for teaching methodologies that align with the realities of students and schools has been a persistent challenge. Currently, many educators combine traditional teaching materials with the new textbooks and resources guided by the BNCC in an effort to identify more effective teaching strategies and to enhance the overall quality of teaching and learning.

The situation is particularly critical in the fields of Natural Sciences and Mathematics. As highlighted by Fidelis and Goglio (2019), this scenario becomes even more challenging in light of the requirements of

the *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM, National High School Examination), which demands that students demonstrate the ability to connect knowledge from different disciplines, a skill that fragmented teaching can scarcely foster.

The integration among Mathematics, Physics, Chemistry, and Biology, constituting the core of this study, is intrinsic to the essence of the BNCC. By not explicitly referencing each curricular component within the competencies of the area of Natural Sciences and their Technologies, the BNCC implicitly assumes an interdisciplinary approach. Although there is no direct mention of the specific curricular components, the relationships established between them and the knowledge objects present in the competencies suggest an internal coherence that fosters dialogue, as pointed out by Fazenda (1998). This premise of interdisciplinarity in the formulation of competencies supports the possibility of developing standardized methodological models with clear structures that assist teachers in achieving such integration. However, as Fidelis and Geglio (2019) point out, practical gaps in teacher education and professional practice emerge as a critical issue, highlighting the need for continuous support and professional development so that educators can translate this interdisciplinary vision into concrete and effective pedagogical practices.

Despite the strong theoretical consensus on the importance of interdisciplinarity, its effective implementation frequently clashes with practical challenges encountered in the daily school environment, which need to be investigated. *What are the perceptions, barriers, and training needs of high school teachers in the fields of Natural Sciences and Mathematics regarding the effectiveness of curricular integration and interdisciplinarity?* This article aims to conduct a preliminary diagnostic study with high school teachers to understand their perceptions, barriers, and needs regarding curricular integration and interdisciplinarity. This research is part of a paper-based doctoral thesis (thesis by publication) and serves as the foundation for the development of an interdisciplinary methodological framework that integrates the areas of Natural Sciences and Mathematics.

2. Theoretical framework

Curricular fragmentation is characterized by the compartmentalization of school knowledge into isolated disciplines, lacking articulation among them and disconnected from students' lived contexts. This historically consolidated model still prevails in Brazilian secondary education, hindering the development of meaningful learning. According to Morin (2000), such a reductionist logic prevents the understanding of the complexity of phenomena, disarticulating knowledge into isolated parts and neglecting its totality.

Authors such as Japiassú (2006) and Imbernón (2016) denounce fragmentation as both an epistemological and pedagogical obstacle. Japiassú (2006) argues that excessive specialization empties the meaning of education, turning the specialist into someone who knows increasingly more about increasingly less. Imbernón (2016), in turn, questions the capacity of a fragmented curriculum to foster integrated competencies, warning that the lack of connections among school subjects undermines students' critical and civic education. On this matter, Morin states that:

Specialized knowledge represents a particular form of abstraction. Specialization "abstracts," that is, it extracts an object from its context and its whole, rejects its connections and interrelations with the surrounding environment, and introduces the object into an abstract conceptual domain, the compartmentalized discipline, whose boundaries arbitrarily fragment the systemic nature (the relationship between part and whole) and the multidimensionality of phenomena. It leads to a mathematical abstraction that, in turn, creates a rupture with the concrete, privileging everything that is measurable and capable of formalization (Morin, 2000, pp. 41-42, our translation).

Within the context of Basic Education, such compartmentalization tends to become even more pronounced in the fields of Natural Sciences and Mathematics, where teaching often prioritizes the memorization of formulas and procedures over the understanding of complex and interdisciplinary phenomena. Zabala (1998) adds that this curricular organization, inherited from a Cartesian tradition of thought, prevents the establishment of connections between school knowledge and real-world problems.

Curricular integration emerges, in this context, as a pedagogical alternative aimed at restoring the wholeness of knowledge by promoting connections among different curricular components through real-world problems, meaningful contexts, and investigative projects. This perspective aligns directly with Moreira's (2011) concept of meaningful learning, which advocates for an approach grounded in the problematization of reality and the articulation between school knowledge and lived contexts. According to Fazenda (2014), interdisciplinarity, as a strategy to overcome fragmentation, involves building bridges among distinct domains of knowledge, preserving their specificities while being guided by a logic of convergence. This conception is enriched by a broader understanding that interdisciplinarity manifests through multiple dimensions – epistemological, pedagogical, and institutional – each demanding distinct approaches to its practical implementation (Balbino et al., 2021).

The BNCC, by proposing an organization based on areas of knowledge, represents a normative advancement toward an interdisciplinary and integrative perspective, particularly within Natural Sciences and Mathematics, which often operate in conjunction. However, its implementation faces barriers that extend beyond the legal framework. As noted by Castro et al. (2020) and reinforced by Brunieri (2024), the absence of clear methodological guidelines for the practical realization of interdisciplinarity generates uncertainty among teachers, who frequently lack specific training to design and implement integrated proposals. Zabala (1998) warns that interdisciplinarity does not occur spontaneously; it requires pedagogical intentionality, collective planning, and the reorganization of school time and space. It cannot be reduced to a mere juxtaposition of contents but rather demands the construction of shared objects of study and the joint mobilization of disciplinary knowledge to interpret and act upon reality.

In the field of Natural Sciences and Mathematics, such articulation is particularly promising given the interdependence among the concepts and languages of the disciplines involved. Physicochemical phenomena, for instance, can only be fully understood through the integration of mathematical foundations, physical principles, and chemical properties. This epistemic convergence justifies the adoption of methodologies that promote the resolution of real-world problems based on interdisciplinary approaches, as advocated by authors such as Barbosa (2009), Biembengut (2016), and Gilbert and Justi (2016).

Despite the growing recognition of the importance of interdisciplinarity, its implementation in everyday school practice faces both structural and formative obstacles. One of the main barriers concerns teacher education itself, which still largely follows a disciplinary logic, focused on the acquisition of specific content and scarcely oriented toward the development of transversal and collaborative competencies (Klein, 2015; Millar, 2020). Complementarily, this gap in teacher preparation is emphasized by Castro et al. (2020):

The lack of contextualization in teacher education consequently compromises another aspect present in some of the analyzed competencies: the ability to intervene in reality through the proposition of solutions to social problems. This occurs because there is an intrinsic relationship between the contextualization of knowledge objects and the theoretical grounding and discussion necessary to identify and understand such social issues. Thus, there is a strong likelihood that teachers will reproduce the decontextualized instruction they themselves received, thereby educating students who perceive little or no practical meaning in the scientific knowledge offered at school (Castro et al., 2020, p. 14, our translation).

This fragmented training has direct repercussions on pedagogical practice. The research conducted by Gauthier et al. (1998) constitutes an extensive investigation into the nature of the knowledge that underpins the act of teaching, aiming to identify and define the repertoire of essential knowledge for teaching practice. The authors argue that teaching requires much more than mastery of content; it presupposes the development of complex professional knowledge, among which stand out the ability to think critically, make decisions in unpredictable situations, and work collaboratively and collectively. Such forms of knowledge are not acquired in isolation but demand contextualized and articulated formative practices.

In this same vein, Nóvoa (2022) observes that we are living in a time of metamorphosis in schooling, in which the traditional model is losing its effectiveness. Although it is not yet clear what the school of the future will look like, it is already evident that the current model will not remain sustainable for much longer. According to the author, one of the most significant transformations in this process, highlighted by several ongoing experiences, "is the transition from an individual teacher, who works alone with 'his or her' group of students, to a collective work among teachers, within a diversity of pedagogical organizational forms" (Nóvoa, 2022, p. 85). This transition reinforces the importance of teacher education oriented toward collaborative work and interdisciplinary articulation.

Even within teacher education programs, curricula often reproduce a disciplinary logic, which limits opportunities for prospective teachers to experience interdisciplinary practices. In professional practice, factors such as the lack of time for collaborative planning, the scarcity of integrative materials, insufficient institutional support, and assessment models focused on specific content further hinder the implementation of integrated approaches (Zabala, 1998; Fidelis & Geglio, 2019).

Given this scenario, it becomes essential to listen to teachers, mapping their perceptions, barriers, and formative needs regarding curricular integration. Such listening acknowledges teachers not merely as policy implementers but as epistemological and transformative agents whose experiences and challenges should serve as the foundation for developing contextualized, collaborative, and pedagogically and politically viable proposals and/or methodological models.

3. Methodology

This study adopts a quantitative methodological approach with qualitative elements, of diagnostic and exploratory nature (Gil, 2008), aimed at identifying teachers' perceptions, the barriers they face, and their formative needs related to curricular integration between Natural Sciences and Mathematics in secondary education. According to Minayo (2001), diagnostic studies may employ mixed instruments to capture both objective data and the symbolic representations of the participants involved.

The instrument used was a structured questionnaire specifically designed for this study, comprising both multiple-choice questions and open-ended reflective questions, thereby constituting a mixed instrument (Sampieri et al., 2013). The questions were organized into four thematic blocks: (1) teacher profile and professional practice; (2) pedagogical practices and teaching strategies; (3) teacher education and institutional support; and (4) perceptions and familiarity with interdisciplinary approaches. The construction of the instrument was guided by the research objectives and by the theoretical framework previously established.

The sample consisted of 41 Basic Education teachers, intentionally selected according to the following inclusion criteria: (a) working in secondary education; (b) teaching Mathematics, Physics, Chemistry, or Biology; (c) having proven classroom experience within the state public school system; and (d) providing informed consent to participate in the study. The teachers came from different municipalities in the state

of Ceará and worked predominantly in public schools belonging to either the state or federal network (*Institutos Federais* – IFs), encompassing both regular and vocational education institutions.

The questionnaire was administered online between June and August 2025 through a link shared via email, professional groups, and institutional networks. The choice of a digital format aimed to accommodate participants' availability and facilitate access to the instrument, considering the wide geographical distribution of the teachers involved.

Given the exploratory and diagnostic nature of the study, the sample of 41 participants was considered sufficient to identify trends, recurrent barriers, and teachers' needs related to the proposal of curricular integration, without claims of statistical generalization. The intentional selection of secondary education teachers working in the areas of Natural Sciences and Mathematics, with direct experience in school contexts, resulted in a limited yet qualified sample for the diagnostic purposes of the research. According to Gil (2008), purposive sampling is recommended when the goal is to understand the perceptions and experiences of individuals with specific profiles, being common in exploratory and qualitative studies. It is noteworthy that one participant did not complete the questionnaire, responding to only part of the questions.

Although efforts were made to increase the number of participants, the administration of the instrument faced typical limitations of active educational contexts, such as teacher workload, time constraints, and low adherence to voluntary questionnaires. This limitation is therefore acknowledged as an inherent aspect of fieldwork, without compromising the quality of the initial data collection or the consistency of the findings for the purposes of this investigation.

The closed-ended responses were analyzed through descriptive statistics, with calculations of absolute and relative frequencies (percentages) (Marconi; Lakatos, 2003). All data processing, including the descriptive statistics and the generation of Figures 1 through 13, was executed using Python scripts within the Google Colab environment. The open-ended responses, in turn, were subjected to thematic content analysis following the procedures described by Bardin (2011), involving inductive coding of recording units and the emergence of analytical categories. This strategy enabled the identification of discursive regularities, interpretive nuances, and recurrent patterns in teachers' narratives.

4. Results

The data collected from the participating teachers were organized into four thematic subsections, corresponding to the thematic blocks of the structured questionnaire.

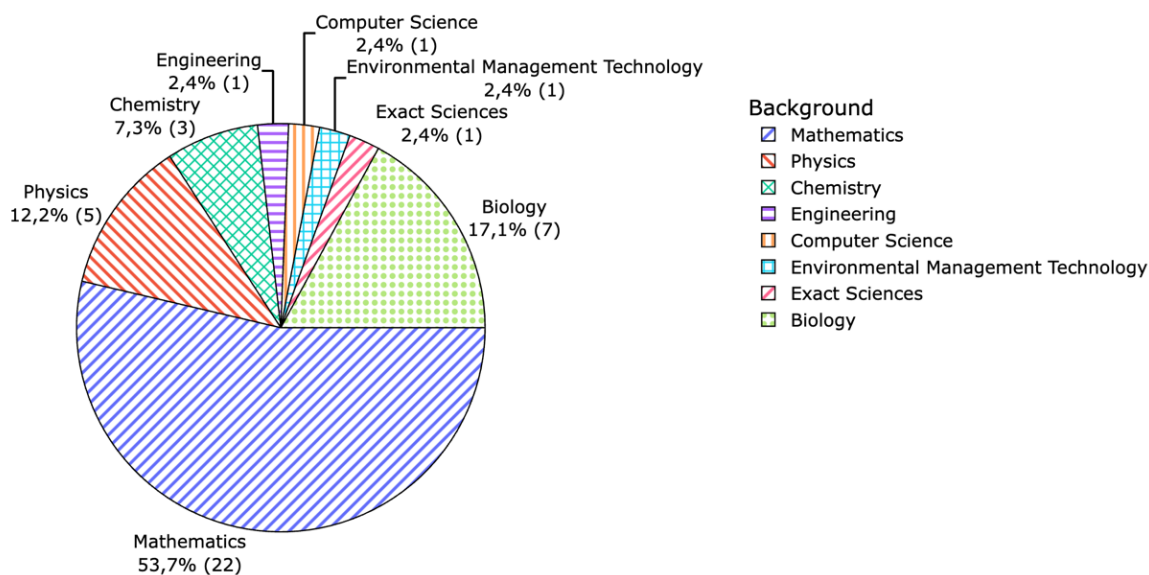
4.1. Profile of the participating teachers

The profile of the participating teachers regarding their area of academic background, the specific subject(s) they teach, years of experience in secondary education, highest academic degree attained, and the type(s) and modality(ies) of educational institutions in which they work is presented on Figure 1.

The research sample consisted of teachers with degrees in Mathematics (53.7%), followed by those in Biology (17.1%) and Physics (12.2%), with a smaller representation of professionals from Chemistry (7.3%) and other areas of Natural and Exact Sciences (9.7%). Regarding academic qualifications, there is a predominance of teachers holding a master's degree (68.3%), followed by those with a specialization degree (26.8%) and a doctorate (4.9%), indicating a highly qualified profile within the sample. Concerning teaching experience, most participants have between 11 and 20 years of professional practice (51.2%), while 26.8% have been teaching for over two decades, reinforcing the experienced nature of the group.

Figure 1

Profile of the participating teachers



The research sample consisted of teachers with degrees in Mathematics (53.7%), followed by those in Biology (17.1%) and Physics (12.2%), with a smaller representation of professionals from Chemistry (7.3%) and other areas of Natural and Exact Sciences (9.7%). Regarding academic qualifications, there is a predominance of teachers holding a master's degree (68.3%), followed by those with a specialization degree (26.8%) and a doctorate (4.9%), indicating a highly qualified profile within the sample. Concerning teaching experience, most participants have between 11 and 20 years of professional practice (51.2%), while 26.8% have been teaching for over two decades, reinforcing the experienced nature of the group.

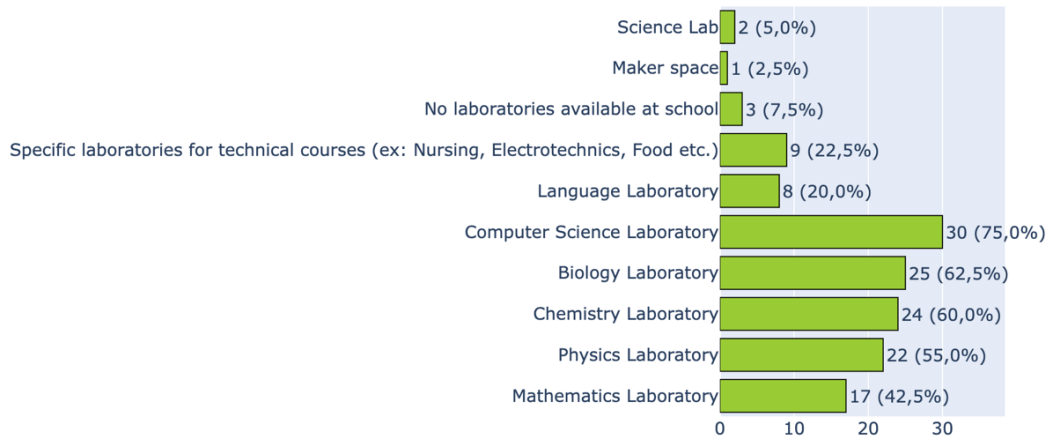
Regarding the modality of teaching, respondents work primarily in Regular Secondary Education (56.1%), but also in contexts of Integrated Technical and Vocational Education (43.9%) and Youth and Adult Education (16.2%), with some engaged in other modalities (14.6%). In terms of the educational network, most participants are affiliated with the state public system (75.6%), followed by the municipal network (19.5%), while a smaller proportion work in private (3%) or federal (9.6%) institutions. These data reflect a sample predominantly situated within the public Basic Education system, particularly at the secondary level, which aligns with the focus of this research.

4.2. Curricular integration practices and the use of technologies in teaching

Based on the data in Figure 2, it is observed that the laboratories most frequently available in the schools of the participating teachers are Computer Science laboratories (75%), followed by Chemistry (60%), Biology (62.5%), and Physics laboratories (55%). In contrast, 42.5% reported the existence of Mathematics laboratories, revealing a lower institutional appreciation for this type of infrastructure in teaching. Language laboratories (20%) and facilities specifically designed for interdisciplinary projects (22.5%) also show low incidence, as do maker spaces (2.5%) and general-purpose Science laboratories (5%).

Figure 2

Types of laboratories available in the schools where the teachers work

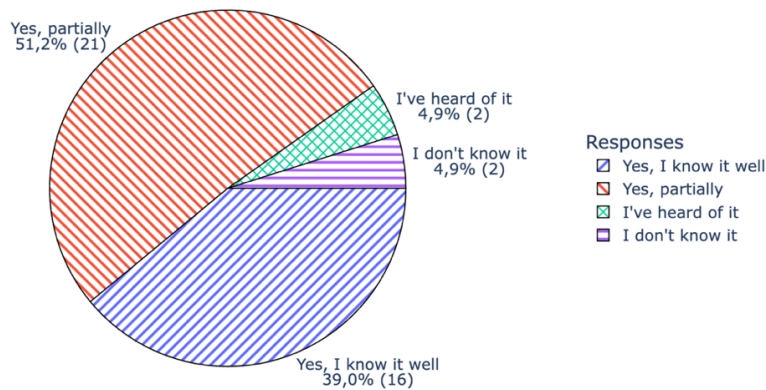


A relevant finding is that 7.5% of the respondents (three teachers) reported not having access to any type of laboratory, highlighting disparities in material conditions among schools. The variety of responses, including specific remarks such as “schools in my city don’t have any” (2.5%), reveals the heterogeneity of the educational landscape, as well as the need for public policies that promote greater equity in access to teaching and technological resources.

The degree of teachers’ familiarity with the BNCC guidelines on curricular integration between Mathematics and Natural Sciences (Brazil, 2018) is presented in Figure 3.

Figure 3

Teachers’ level of knowledge about the BNCC guidelines for curricular integration



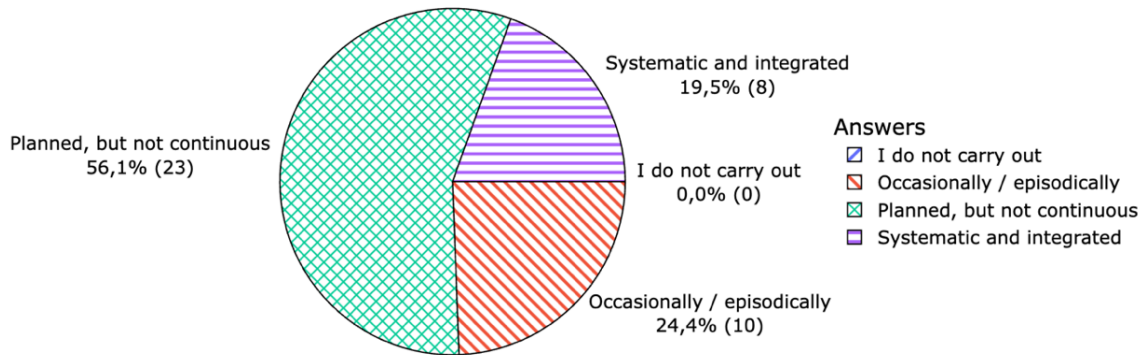
The chart shows that 21 respondents (51.2%) reported knowing these guidelines only partially, while 16 (39%) stated that they know them well. In contrast, two teachers (4.9%) reported never having heard about the topic, and another two (4.9%) claimed not to know it. Although most participants demonstrate some level of familiarity, the fact that fewer than half report full knowledge of these guidelines indicates the need for further institutional and formative development on the subject, particularly concerning its practical implementation in school planning. This partial understanding may reflect gaps in both initial

and continuing teacher education, which compromises the effectiveness of the integrative approaches advocated by the BNCC.

How teachers describe their practices of integrating content within their own field of expertise (Mathematics or Natural Sciences) is illustrated in Figure 4.

Figure 4

Description of teaching practices regarding the integration of content within the same area

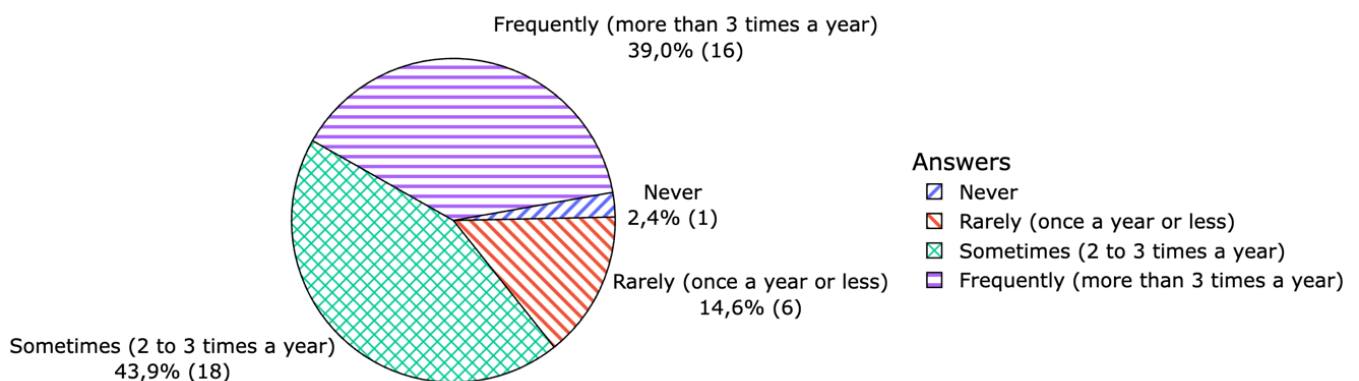


It is observed that most respondents (56.1%) reported carrying out integrative actions in a planned but non-continuous manner, indicating the existence of a pedagogical intention that has not yet been consolidated into systematic practices. Another 24.4% stated that integration occurs sporadically or on an ad hoc basis, without articulated planning, while 19.5% reported developing integration in a systematic and structured way. Although representing a minority, this latter group reveals that there are ongoing, organized experiences of interdisciplinarity. No respondents reported a complete absence of integrative practices, which reinforces the existence of an emerging, albeit incipient, culture of connection among contents within subject areas. Nevertheless, the low frequency of continuous and systematic actions underscores the need for policies and strategies that strengthen curricular articulation within the knowledge domains themselves.

Teachers' responses to the question regarding how often they plan interdisciplinary activities are shown in Figure 5.

Figure 5

How often teachers plan interdisciplinary activities

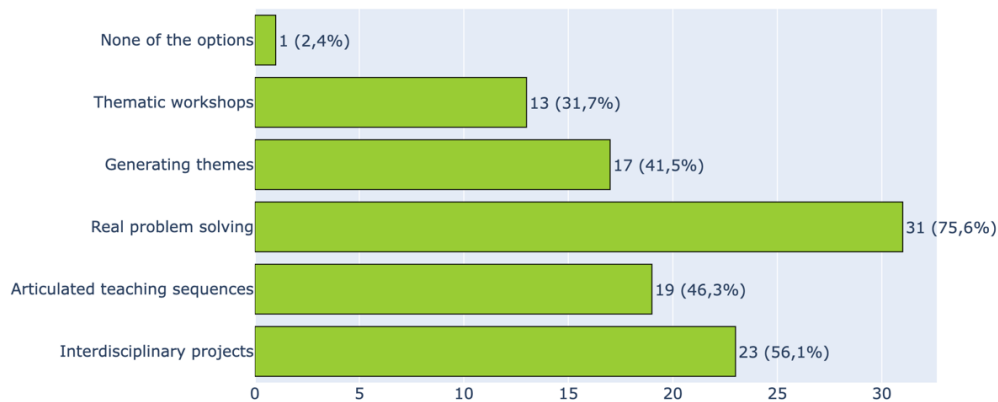


The data reveal an exact division between those who engage in such planning “sometimes” (43.9%) and those who do so “frequently” (39%). This indicates a significant predisposition toward interdisciplinary articulation, although not always in a systematic manner. Conversely, 14.6% of participants reported planning interdisciplinary activities rarely (once a year or less), and a small proportion (2.4%) stated that they never engage in this type of practice. These results suggest the existence of a pedagogical culture oriented toward interdisciplinarity among part of the teaching staff yet still marked by disparities in the frequency and consistency of such practices, differences that may be associated with institutional, formative, or pedagogical time-related factors.

The teaching and pedagogical strategies used by teachers to promote curricular integration are shown in Figure 6.

Figure 6

Strategies used to promote curricular integration



The most frequently mentioned practice is the solving of real-world problems, adopted by 75% of participants, which demonstrates a tendency to connect school content with concrete and contextualized situations, in line with the principles of scientific modeling (Biembengut, 2016). Interdisciplinary projects also stand out, being used by 56.1% of respondents, followed by articulated teaching sequences (46.3%), generative themes (41.5%), and thematic workshops (31.7%). Only one teacher (2.4%) reported not using any of the listed strategies. These data indicate a diversified methodological repertoire, albeit with an emphasis on approaches centered on problem solving and interdisciplinary articulation through projects, reinforcing the feasibility of developing methodological proposals or models to be structured and implemented within the investigated context.

The use of technological resources by the participating teachers is presented in Figures 7 and 8.

Figure 7

Frequency of use of digital or technological resources in classroom teaching

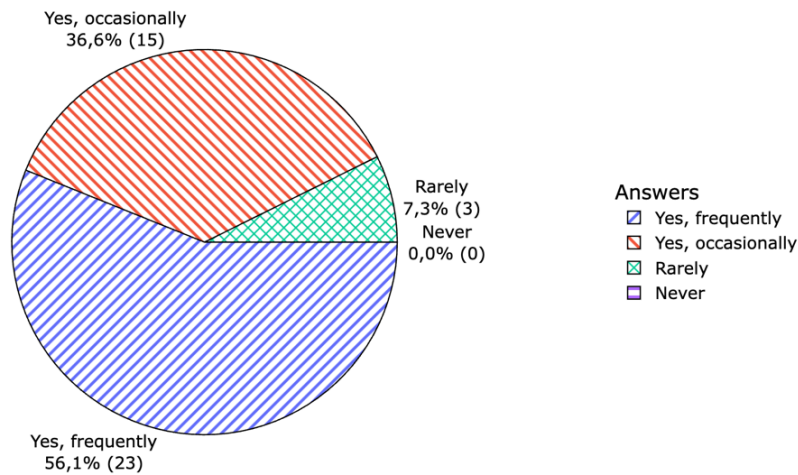
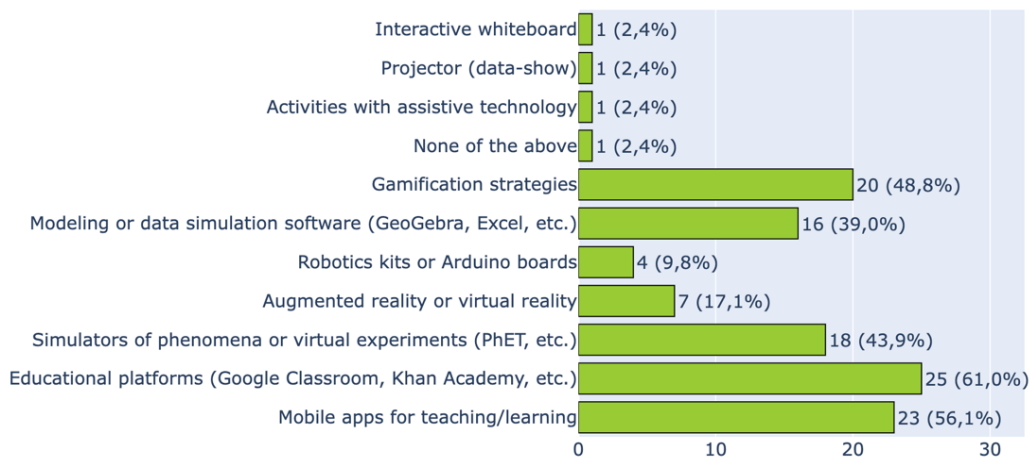


Figure 8

Types of digital or technological resources used with students



Most respondents reported frequently using such resources in the classroom (56.1%), while 36.6% do so occasionally, and only 7.3% reported rare use. No participant stated never using technologies, which indicates a broad acceptance, albeit with varying levels of intensity (Figure 7). When asked which digital resources they employ (Figure 8), the most prominent were educational mobile applications (56.1%), educational platforms (61%), and gamification strategies (48.8%). There was also substantial use of phenomenon simulators (43.9%) and modeling software (39%). To a lesser extent, teachers mentioned using augmented reality (17.1%), robotics kits (9.8%), and other specific tools. The diversity of resources reveals a promising scenario for the incorporation of methodological proposals based on digital technologies, particularly those focused on the modeling of contextualized phenomena and technological mediation in learning (Borba et al. 2020).

Most of the teachers participating in the study (63.4%) reported using technologies with confidence and pedagogical intentionality, demonstrating not only familiarity with the resources but also didactic mastery in their application (Figure 9). Conversely, 24.4% stated that they use technologies without specific training, pointing to a gap in continuing professional development. Another 12.2% reported depending on technical or pedagogical support from the school, revealing a certain fragility in their autonomy for the pedagogical use of technologies.

Figure 9

Teachers' perceptions of the use of technologies integrated into the curriculum



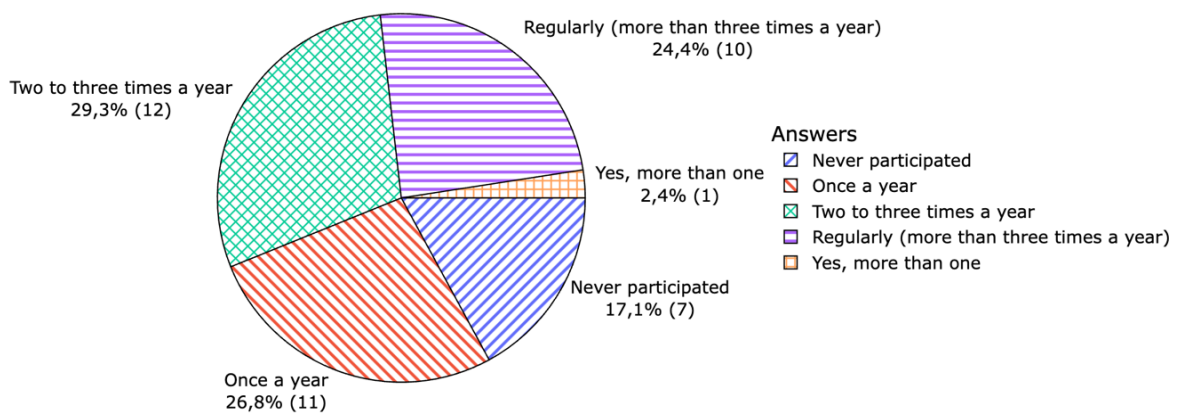
It is noteworthy that no participant reported refraining from using technologies due to lack of access or training, which suggests an expansion in access to such tools. However, there remains a need for training policies aimed at fostering the critical and methodologically coherent appropriation of these resources.

4.3. *Teacher education and institutional support*

Figure 10 shows that teachers' participation in continuing education programs focused on interdisciplinary practices is considerable, though still irregular.

Figure 10

Frequency of participation in training programs on interdisciplinary practices



Most respondents reported participating in such training programs two to three times a year (29.3%) or once a year (26.8%), indicating sporadic yet consistent involvement. Another 24.4% participate regularly (more than three times a year), revealing a group more engaged in methodological updating. However, 17.1% of teachers stated that they have never participated in training with this focus, highlighting a concerning gap. These data reinforce the need for institutional policies that ensure more frequent, systematic training initiatives oriented toward curricular integration, particularly in contexts where interdisciplinarity is desired but not always operationalized in pedagogical practice.

Table 1 presents data addressing formative and institutional aspects related to interdisciplinary teaching practice, with emphasis on the frequency, sources, and quality of continuing education initiatives focused on curricular integration. This information helps to contextualize the environment in which teachers work and the structural constraints that influence the adoption of integrative methodologies in secondary education.

Table 1

Overview of Teacher Training for Interdisciplinarity and Curricular Integration

Aspect investigated	Response categories	Frequency (%)	Analytical interpretation
Main source of training	Offered by the Department of Education or the school	23	56.1%
	Personal initiative (free courses, specializations, etc.)	9	22%
	Has never participated in training with this focus	6	14.6%
	External projects (universities, foundations, etc.)	3	7.3%
	TOTAL	40	100%
Perceived quality of training	Good, but with little applicability to the school context	20	50%
	Very good (theoretical and practical, with real applicability)	9	22.5%
	Has not participated in training with this focus	6	15%
	Superficial or generic	5	12.5%
	TOTAL	40	100%

The data presented in Table 1 show that the main source of professional development initiatives is public management (Departments of Education and schools), mentioned by 56.1% of respondents. However, a significant portion of teachers (22%) reported seeking training opportunities on their own initiative, which reveals institutional gaps and highlights teachers' proactive stance in the absence of structured formative policies. Only 7.3% identified external projects as their primary source, indicating that collaborations with universities and foundations remain incipient. Furthermore, 14.6% reported never having participated in training focused on this area, signaling a concerning lack of institutional opportunities for developing integrative teaching practices.

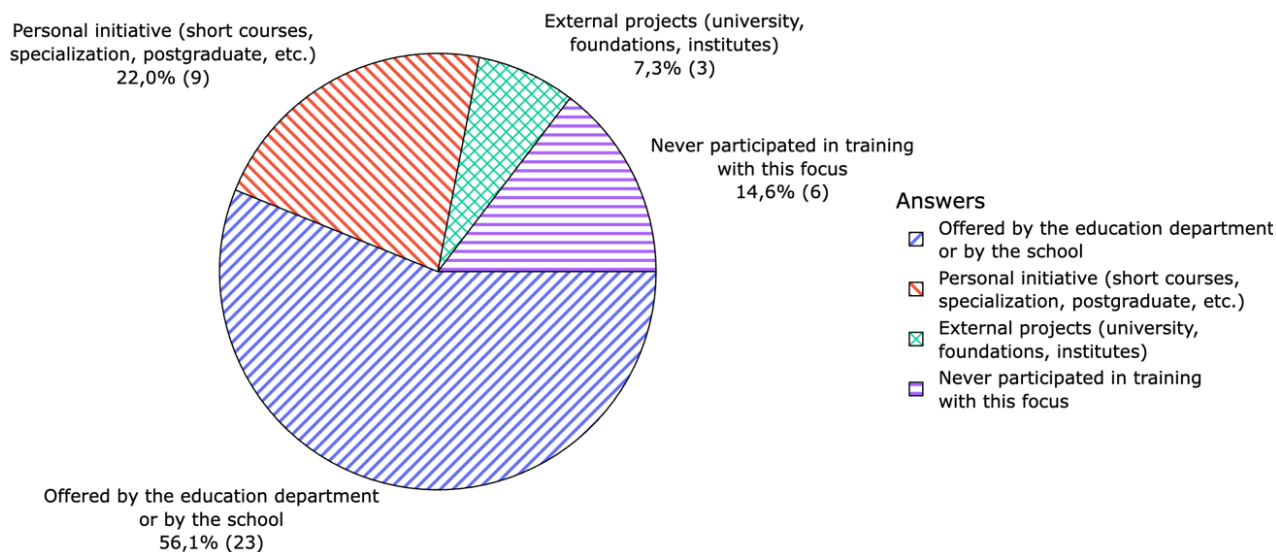
Regarding the perceived quality of professional development initiatives, 50% of respondents consider them good but with limited applicability to the school context, and 12.5% classify them as superficial or generic, reflecting a mismatch between theory and practice. Only 22.5% evaluated the training positively in terms of applicability, while 15% reported never having participated in any program with this focus. These findings underscore the urgency of more effective continuing professional development policies

aimed at interdisciplinarity and integration, with greater contextualization, theoretical–methodological depth, and alignment with school demands.

Regarding the question “Which format(s) of professional development do you consider most appropriate for deepening interdisciplinary practices?”, participants could select more than one option or leave the question unanswered, as shown in Figure 11.

Figure 11

Format of professional development considered most appropriate by participants



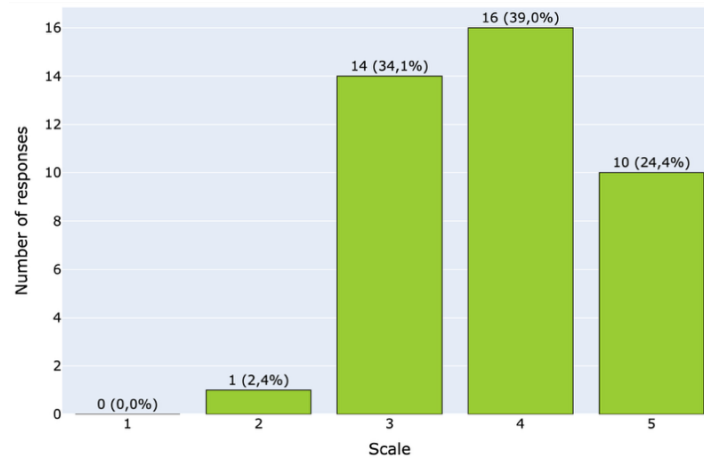
The data indicate that hands-on workshops featuring activity simulations are widely recognized as the most effective format for deepening interdisciplinary practices, with 77.5% of respondents (31 participants) selecting this option. This result reinforces the demand for experiential professional development centered on teaching practice and contextualized within the school environment. Following this, online certified courses (45%), teacher study groups (42.5%), and in-service training with pedagogical mentoring (37.5%) were also valued, indicating that different formats are appreciated as long as they promote exchange, applicability, and formal recognition. Partnerships with universities, though relevant, were cited by only 35% of participants, which may reflect both limited access and a persistent gap between academic institutions and schools.

4.4. Teachers' perceptions and familiarity with pedagogical approaches

To assess teachers' familiarity with integrative teaching approaches, participants were asked to rate, on a scale from 1 to 5, how prepared they felt, based on their professional training, to teach content in an integrated manner. The results are shown in Figure 12.

Figure 12

Teachers’ self-assessment of preparedness to teach content in an integrated way

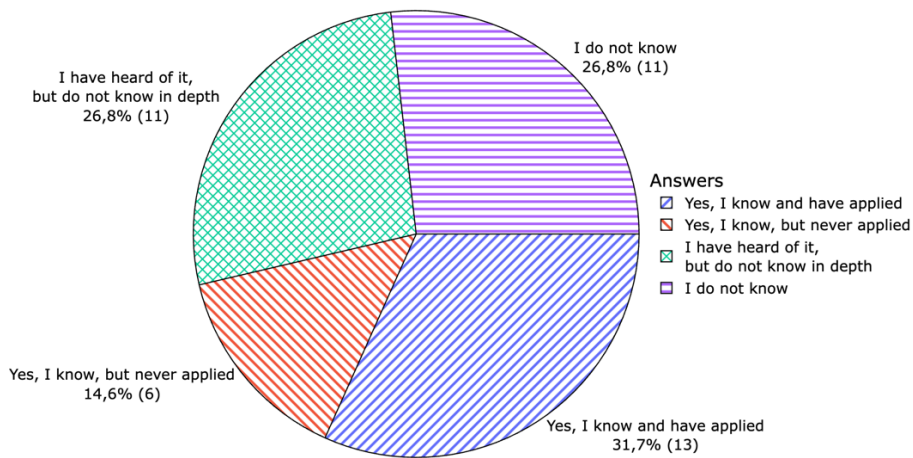


The data shown in the figure indicate that most teachers consider themselves at least moderately prepared to work in an integrated manner, with 97.5% of responses falling between levels 3 and 5. Notably, levels 4 (39%) and 3 (34.1%) together account for just over 70% of the sample, suggesting a considerable perception of competence, although there is still room for improvement. The absence of responses in the “not prepared at all” category reveals participants’ openness to interdisciplinary practices, which may indicate receptiveness to ongoing professional development in this area.

The second question in this section aimed to assess teachers’ level of familiarity and experience with the interdisciplinary approaches known as STEM and STEAM, which have gained increasing relevance in contemporary discussions on educational innovation and curriculum integration. The results are summarized in Figure 13.

Figure 13

Teachers’ familiarity with and application of STEM/STEAM approaches



A significant portion of the participants (31.7%) reported having already implemented STEM or STEAM approaches in their teaching practice, while another 14.6% stated that they are familiar with these methodologies but have not yet applied them. However, 53.6% of teachers indicated limited familiarity with such approaches, either due to complete unawareness (26.8%) or only superficial knowledge (26.8%). These results reveal a substantial training gap regarding the adoption of internationally recognized integrative methodologies, highlighting the need for professional development initiatives that expand teachers' pedagogical repertoire in this field. This finding is consistent with recent analyses of the incipient consolidation of STEM education in Brazil, which point to conceptual and formative challenges that hinder its effective integration into school curricula (Carvalho de Melo et al., 2025).

To understand teachers' conceptions of what characterizes interdisciplinary practice, this question allowed multiple answers, enabling participants to select all alternatives they deemed appropriate. The systematization of responses is presented in Table 2.

Table 2

Elements defining an interdisciplinary practice according to teachers

Elements considered as defining interdisciplinarity	Frequency (n)	Frequency (%)
Integration of content from different disciplines	37	92.5%
Collective planning among teachers from different subject areas	29	72.5%
Solving real-world problems involving more than one discipline	26	65%
Use of methodologies such as projects, mathematical modeling, or didactic sequences	23	57.5%
Use of technologies to connect different areas of knowledge	20	50.0%
I do not have a clear definition of the concept	0	0.0%
	40	100%

Most participants (92.5%) associate interdisciplinarity with the integration of content from different disciplines, reflecting an understanding consistent with a curriculum integration perspective. Additionally, aspects such as collaborative lesson planning among teachers (72.5%) and the resolution of real-world interdisciplinary problems (65%) also stand out, indicating an appreciation for pedagogical collaboration and contextualization. Active methodologies, such as project-based learning and mathematical modeling, were recognized by 57.5% of teachers, while half of the respondents (50%) emphasized the role of digital technologies as a means of connecting different areas of knowledge. It is noteworthy that none of the participants reported lacking a clear definition of the concept, which demonstrates a significant level of conceptual familiarity among the teachers who took part in the study.

Beyond the conceptions of what characterizes interdisciplinary practice, the study also sought to investigate the factors that teachers identify as personal obstacles to their work in this field. The question allowed multiple responses, reflecting the complexity and overlap of the challenges experienced. The results are summarized in Table 3.

Table 3

Main difficulties perceived by teachers in interdisciplinary practice

Identified difficulties	Frequency (n)	Frequency (%)
Lack of time	29	72.5%
Lack of specific training	21	52.3%
Insecurity regarding the content of other disciplines	19	47.5%

Difficulty working in teams	7	17.5%
Lack of interest	6	15%
Bureaucratic overload (e.g., forms and reports)	1	2.5%
	40	100%

The lack of time was the most frequently reported obstacle, mentioned by 72.5% of teachers, reinforcing the argument that the absence of institutional spaces dedicated to collaborative planning hinders the implementation of effective interdisciplinary practices. Next, the shortage of specific training (52.3%) and insecurity regarding the content of other disciplines (47.5%) stand out, revealing gaps in both initial and continuing teacher education, as well as the persistent compartmentalization of knowledge within the school curriculum. Difficulties related to teamwork (17.5%) and lack of interest (15%), though less frequent, suggest that the desire to innovate is present among teachers, albeit constrained by structural and formative limitations. The isolated mention of bureaucratic issues represents a minor critique, yet it may signal underlying tensions between administrative and pedagogical demands.

The analysis of the personal difficulties perceived by teachers in relation to interdisciplinary practice is enriched when the focus is broadened to include systemic and structural obstacles to curricular integration between Mathematics and the Natural Sciences. While the previous table reflects individual perceptions, Table 4 highlights institutional, cultural, and operational factors that undermine the feasibility of integrated practices in everyday school contexts. This distinction helps to clarify the complexity of the issue, showing that curricular integration does not depend solely on teachers' willingness or training, but also on objective working conditions and institutional support.

Table 4

Factors considered obstacles to integration between Mathematics and Natural Sciences

Obstacle	Frequency (n)	Frequency (%)
Lack of time for joint planning	36	87.8%
Lack of teaching materials or didactic resources	30	73.2%
Lack of specific training	27	65.9%
Work overload	27	65.9%
Lack of dialogue among teachers from different areas	19	46.3%
Inflexible schedules and rigid curricula	18	43.9%
Decontextualized external assessments	17	41.5%
Inadequate infrastructure	16	39.0%
Lack of institutional support	14	34.1%
Lack of knowledge about integrative methodological possibilities	14	34.1%
Resistance to change among teachers	13	31.7%
Absence of a collaborative culture	10	27.0%
Lack of clarity in pedagogical guidelines	11	26.8%
Illness among education professionals	1	2.5%

Among the main factors identified by teachers as obstacles to the integration between Mathematics and the Natural Sciences, the lack of time for joint planning emerges as the most recurrent barrier, reported by 87.8% of participants. This finding highlights the overload of teachers' routines and the absence of institutional conditions that foster collaborative practices. Next, the lack of teaching materials or didactic resources (73.2%) and work overload (65.9%) stand out, revealing limitations that are both structural and organizational in nature.

The lack of specific training (65.9%) was also widely acknowledged, pointing to a gap in both initial and continuing education that prepares teachers to work in an interdisciplinary manner. In addition, the lack of dialogue among teachers from different subject areas (46.3%) and inflexible schedules and rigid curricula (43.9%) reinforce the perception that institutional arrangements still hinder the articulation between curricular components.

Other factors, such as lack of institutional support (34.1%), inadequate infrastructure (39%), limited knowledge of integrative methodologies (34.1%), and resistance to change (31.7%) were also mentioned, outlining a multifactorial scenario that requires interventions in both school management and educational policy. It is noteworthy that only 2.5% attributed these barriers to teachers' illness, which may suggest underreporting or the normalization of this reality in everyday school life.

These results corroborate critiques of the compartmentalization of knowledge and highlight the need for formative and structural policies that promote effective conditions for curricular integration, as proposed by the BNCC (Brazil, 2018) and several studies on interdisciplinarity (Fazenda, 2014; Zabala, 1998; Klein, 2015).

In order to understand the conditions that teachers consider fundamental for promoting interdisciplinary practices, participants were asked to indicate the institutional and pedagogical supports they deemed most relevant for integrating curricular components. These data are summarized in Table 5.

Table 5

Conditions and/or supports considered essential for curricular integration

Condition and/or support	Frequency (n)	Frequency (%)
Time allocated in the teaching schedule for joint planning	35	85.4%
Continuing education specifically focused on interdisciplinary practices	32	78.0%
Availability of teaching materials or pedagogical resources	26	63.4%
Exchange of experiences among schools and teachers	24	58.5%
Creation of interdisciplinary centers within schools	23	56.1%
Support from coordination and school management teams	22	53.7%
Technical support for the use of educational technologies	20	48.8%
Investment in the admission of faculty members to postgraduate programs in the field*	1	2.4%

*Under the "Other" option, one of the participants added this alternative, which was counted separately in the table.

Based on Table 5, it is observed that teachers identify a set of structural and formative conditions as essential for enabling interdisciplinary practices in high school. The most frequently mentioned factor was the need for dedicated time within the teaching schedule for joint planning (85.4%), which underscores the importance of institutionalized time as a minimum condition for articulating distinct areas of knowledge, a requirement also emphasized by Zabala (1998) and Fazenda (2014) when discussing the development of integrative projects. The continuing education specifically focused on interdisciplinary practices, indicated by 78% of participants, reveals that overcoming curricular fragmentation requires not only teachers' goodwill but also critical and context-based professional development, as argued by Fazenda (2014).

Other key elements include the availability of appropriate pedagogical materials (63.4%) and the creation of interdisciplinary centers within schools (56.1%), which point to the need for institutional environments that foster teacher collaboration. Attention is also drawn to the emphasis on the exchange

of experiences among schools and teachers (58.5%), which aligns with the perspective of collaborative work advocated by authors such as Perrenoud (2001) and Freire (1996), in which knowledge is constructed dialogically and collectively. Finally, the 48.8% rate regarding technical support for the use of educational technologies corroborates the idea that, although the use of digital resources is welcomed, it still faces operational barriers that must be overcome through specialized support and public infrastructure policies (Selwyn, 2019; Borba & Villarreal, 2005). These findings therefore reinforce that curricular integration does not occur through spontaneous adherence but requires concrete conditions, supportive policies, and a school culture open to change.

4.5. Analysis of open-ended responses: teachers' perceptions of curricular integration

Based on the thematic content analysis technique (Bardin, 2011), three recurring core themes were identified in the participants' open-ended responses:

- (1) successful practices and concrete interdisciplinary experiences
- (2) perceived pedagogical contributions of interdisciplinarity
- (3) challenges and expectations regarding training and the future of integrated teaching.

These thematic cores were established from recurring elements that reveal both successful experiences and teachers' perceptions and suggestions concerning the challenges of interdisciplinary practice. Table 6 presents a summary of the main emerging themes, accompanied by representative excerpts from the teachers' statements.

Table 6

Summary of thematic categories from the open-ended responses

Thematic category	Category focus	Representative excerpts
(a) Concrete interdisciplinary practices	Accounts of experiences already carried out with curricular integration through projects, fairs, workshops, robotics, or hands-on activities.	"During a science fair [...] students calculated the roof areas for the installation of solar panels." "I have used wooden blocks to work with Lavoisier's law [...]."
(b) Perceived potentialities of interdisciplinarity	Perceptions of the pedagogical benefits of integration between subject areas, emphasizing engagement, meaning, and life preparation.	"Interdisciplinarity motivates students, enriches lessons, and helps them retain content better by relating it to their lived experiences." "It can be used as a tool, but it can also serve as an answer to real-world problems."
(c) Challenges and recommendations for advancing interdisciplinary practice	Critiques of the current model, suggestions for improvement, and calls for continuing education, institutional support, and methodological innovation.	"It is important that we in Brazil keep up with what is being done abroad in terms of STEM education." "I hope I can make the most of this material! I believe we can teach better through new attitudes and new ways of thinking."

We organized the main teacher statements into the three subsections that follow.

4.5.1. Successful practices and concrete interdisciplinary experiences

Several teachers reported successful experiences of curricular integration involving didactic sequences, projects, science fairs, competitions, or interdisciplinary activities that articulated different curricular components. These experiences, often of an investigative nature, highlight the potential of interdisciplinarity as a concrete methodological strategy. One example was the account of a teacher who integrated Mathematics, Science, and Geography in a project on sustainability:

"In my teaching practice, I have sought to promote interdisciplinarity through projects that connect Mathematics with other areas of knowledge. [...] The students calculated roof areas for the installation of solar panels, analyzed energy consumption data, and discussed environmental impacts. This integration fostered meaningful learning and stimulated students' interest by relating the content to real-world problems."

Other participants highlighted the use of playful activities and tangible materials, such as wooden blocks, to integrate Mathematics and Chemistry, as well as the development of competitions and workshops involving interdisciplinary in dynamic and collaborative contexts:

"I have already used wooden blocks to work with Lavoisier's law, in which each block had a fictitious mass and students had to perform calculations; however, to determine the mass, it was necessary to measure each one and convert it into meters. It was very interesting."

"I have worked with biology and mathematics competitions in an interdisciplinary way, and students become very interested when they perceive the content as applied to everyday life and interconnected. They also show greater engagement in project-based and team activities."

In this same perspective, one of the teachers described an experience with Educational Robotics as a privileged space for integrating Physics, Mathematics, Chemistry, and Programming, emphasizing real-world problem-solving and the development of 21st-century skills.

"In my teaching practice, I have been constantly seeking to integrate Physics with other areas of knowledge through interdisciplinary projects. A significant experience was the development of activities involving Educational Robotics, in which students applied concepts from Physics, Mathematics, Chemistry, and Programming to solve real-world problems. Curricular integration not only made learning more meaningful and contextualized but also fostered teamwork, creativity, and students' critical thinking. I believe that interdisciplinarity is essential for a more comprehensive education, connected to contemporary demands and 21st-century skills."

These accounts highlight the potential of interdisciplinary practices as didactic-pedagogical strategies that foster knowledge contextualization, student protagonism, and the construction of meaningful learning. Although occasional and often driven by teachers' individual initiatives, such experiences demonstrate that curricular integration is feasible when supported by concrete proposals linked to real-life situations and sustained by collaborative methodologies. Recognizing these practices is essential so that they may serve not only as inspiration but also as a starting point for the consolidation of broader formative and structural policies.

4.5.2. Perceived pedagogical contributions of interdisciplinarity

Participants also frequently emphasized the positive pedagogical effects of interdisciplinarity on student motivation, meaningful learning, and the development of social competencies:

"Interdisciplinarity motivates students, enriches the class, and helps them retain content more effectively by relating it to their own experiences. Teamwork among teachers motivates students. Group work practices among students prepare them for life."

Other participants emphasized that project-based and problem-solving practices enhance student engagement and promote contextualized learning, as *“Students show great interest when they perceive content as applied to everyday life and articulated across subjects. They also become more engaged in project-based and team activities.”*

These statements demonstrate that the connection between different forms of knowledge and the collaboration among teachers constitute fundamental dimensions for strengthening the teaching-learning process, especially when seeking to overcome curricular fragmentation and foster more meaningful learning experiences.

4.5.3. *Challenges and expectations regarding teacher training and the future of integrated teaching*

Despite the positive experiences, teachers expressed concerns about initial and continuing education, the lack of institutional support, and the shortage of space and time for interdisciplinary planning. One participant highlighted the importance of aligning with international trends in STEM education:

“It is important for us here in Brazil to keep up with what has been done abroad in terms of STEM education. The job market needs this and demands it from our students.”

“Recently, I received an augmented reality (AR) material designed for Mathematics and Biology classes! I was very happy with the gift! I hope I can make the most of it! I believe we can provide better teaching with new attitudes and new ways of thinking. Interdisciplinarity shows that teaching can be more comprehensive in the classroom! Great work!”

These statements reveal a critical and constructive perspective among teachers, who view interdisciplinarity as a viable and desirable path but recognize that its implementation depends on institutional support, dedicated planning time, and investments in teacher education, as already evidenced by the quantitative data.

5. Discussion

The results obtained in this investigation reveal a set of barriers and gaps that weaken the implementation of curricular integration between Mathematics and the Natural Sciences in high school. These findings not only confirm observations already reported in the specialized literature but also unveil important nuances for shaping teacher training policies and contextualized pedagogical methodologies.

The strong adherence of participants to the importance of interdisciplinarity, despite the practical challenges to its implementation, reveals a persistent tension between discourse and school reality. This gap is deeply rooted in the current curricular organization model, which, as analyzed by Morin (2000), fragments knowledge into isolated compartments and overlooks the complexity of real-world phenomena. The recurrent separation between disciplines prevents the construction of a systemic and integrated understanding, an essential condition for critical and contextualized scientific education.

In this regard, the research corroborates the analyses of Fazenda (1998), who understands interdisciplinarity as an epistemic and political gesture aimed at overcoming the disciplinary logic, and of Japiassú (2006), who emphasizes that excessive specialization tends to obscure the global intelligibility of problems, reducing the school's role to the mere transmission of isolated content.

The difficulties reported by teachers, such as the lack of time for joint planning, insufficient specific training, and limited institutional support, align with the challenges identified by Imbernón (2016) and Zabala (1998), who emphasize that curricular integration requires pedagogical intentionality, investment in continuing education, and a reorganization of school time and space. The data analysis also reinforces

the observations of Castro et al. (2020), according to whom the BNCC itself, although proposing the organization of knowledge by areas, does not provide concrete methodological guidelines to support teachers in the effective implementation of interdisciplinary proposals.

From the perspective of teacher education, the findings reinforce Gauthier et al.'s (1998) critique of technical and content-centered training by revealing that many teachers still lack formative experiences that foster collaborative work, joint planning, and the construction of contextualized professional knowledge. Nóvoa (2022), when discussing the need to transform teaching practice, highlights the importance of collaborative approaches that value collective experience and the shared construction of the curriculum, elements that remain incipient in the context investigated.

Furthermore, the emphasis placed by participants on investigative practices, project-based learning, and active methodologies as facilitating strategies for interdisciplinarity aligns with Moreira's (2011) proposal, which advocates for meaningful learning grounded in the problematization of reality and in the articulation between school knowledge and lived contexts. This perspective also resonates with Millar's (2020) analysis, which supports a STEM approach centered on complex problem solving and the collective engagement of teachers from different disciplines.

The suggestions and experiences shared by teachers in the open-ended responses reaffirm that, although there are promising isolated initiatives, they still lack systematization, technical support, and institutional continuity. As discussed by Klein (2015), interdisciplinary collaboration depends not only on teachers' goodwill but also on structural conditions and educational policies that make it viable and sustainable.

The potential of STEM-based curricula to foster such integrated practices is increasingly recognized, particularly in developing creative thinking and problem-solving skills among high school students (Khalil et al., 2023). However, effective implementation requires more than the adoption of isolated activities; it demands systematic pedagogical approaches that align with the specificities of each educational context (Revák et al., 2024). Thus, the empirical data analyzed validate the diagnoses presented in recent literature regarding the obstacles to interdisciplinarity in high school, while also highlighting the need for integrative methodologies guided by a complex, collaborative, and contextualized logic. Teachers' perceptions underscore the urgency of overcoming curricular fragmentation and point to possible paths for building more integrated pedagogical practices consistent with the contemporary challenges of science education.

6. Conclusion

The fragmentation of knowledge in secondary education remains a structural challenge, hindering articulation between Natural Sciences and Mathematics and limiting the development of meaningful learning. This diagnostic-exploratory study sought to identify teachers' perceptions, barriers, and training needs regarding curricular integration, with the purpose of supporting the development of a context-based interdisciplinary methodological framework. To this end, a mixed-methods approach was adopted, using a structured questionnaire applied to 41 teachers from public schools in Ceará, Brazil. Quantitative data were analyzed through descriptive statistics, while open-ended responses underwent thematic content analysis.

The results revealed recurring obstacles: lack of time for collaborative planning (87.8%), insufficient teaching resources (73.2%), work overload (65.9%), and a lack of specific continuing education (65.9%). Despite these difficulties, teachers reported successful isolated experiences with interdisciplinary projects, active methodologies, and digital technologies, demonstrating that integrative practices are feasible when structural and formative conditions are in place. The research also shows that, although interdisciplinarity

is recognized by teachers as essential, its implementation is hindered by institutional and formative factors that go beyond individual willingness.

As part of a paper-based doctoral thesis, this study offers an empirical diagnosis that can inform the design of methodological proposals aligned with school realities. Limitations include the sample being restricted to a specific region and reliance on self-reported data, suggesting caution in generalizing the findings. Future research could advance the implementation and evaluation of interdisciplinary models derived from this diagnosis, especially those integrating collaborative planning, active methodologies, and educational technologies. In summary, the data and reflections presented reinforce that curricular integration between Natural Sciences and Mathematics, though challenging, is feasible when supported by consistent institutional policies and teacher education that articulates theory and practice in a contextualized manner.

7. Acknowledgements

The first author thanks the Cearense Foundation for the Support of Scientific and Technological Development (Funcap) for the doctoral research scholarship in Brazil, and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), within the scope of the Doctoral Exchange Program Abroad (PDSE/CAPES, Call 17/2025). The second author thanks the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (grants 305359/2021-5, 300500/2025-4, and 442182/2023-6); the Simplified Internal Call PRPI/Graduate Support for Stricto Sensu Graduate Programs at IFCE; FUNCAP (UNI-0210-00699.01.00/23, 07548003/2023, and Call 38/2022); the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES); and the Italian Institute of Technology (IIT).

8. Authors' contributions

R. T. S.: Conceptualization, Methodology, Investigation, Writing – original draft. A. R. A.: Validation, Data curation, Writing – review and editing, Supervision. A. K. P. V.: Validation, Data curation, Writing – review and editing, Supervision. All authors approved the final version.

9. Funding statement

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001, within the scope of the Doctoral Exchange Program Abroad (PDSE/CAPES, Call 17/2025), and by the Cearense Foundation for the Support of Scientific and Technological Development (Funcap).

10. Declaration of Generative AI and AI-Assisted Technologies

During the preparation of this work, the authors used Google Colab with Gemini to assist in correcting graph generation code, and Manus AI to assist with translation. Subsequently, the authors reviewed and edited the text thoroughly and assume full responsibility for the content. All data presented are real, and the authors assume full responsibility for the final content.

11. Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

12. References

- Balbino, J., Nunes Silva, H. de F., & Pena de Couto, M. (2021). Os múltiplos enfoques da interdisciplinaridade no ambiente acadêmico. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 17(37), 1-21. <https://doi.org/10.21713/rbpg.v17i37.1714>
- Barbosa, J. C. (2009). Modelagem e modelos matemáticos na educação científica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 69-85. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37949>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na Educação Matemática e na Ciência*. Livraria da Física.
- Borba, M. C., Scucuclicia, R. M., & Gadanidis, G. F. (2020). *Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. Autêntica.
- Borba, M. C., & Villarreal, M. E. (2005). *Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: Information and communication technologies, modeling, visualization, and experimentation* (Vol. 39). Springer.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf
- Brunieri, H. T. dos S. (2024). Base Nacional Comum Curricular e currículo por áreas do conhecimento: motivações e implicações para o ensino. *Revista e-Curriculum*, 22, 1–29. <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2024v22e57155>
- Carvalho de Melo, G., Buzata Nicola, G., Morin Ocampo, D., & da Silva Dávila, E. (2025). Educação STEM no Brasil: Uma análise dos conceitos fundamentais para o contexto do país. *Revista Insignare Scientia*, 8(1), e14465. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2025v8n1.14465>
- Castro, G. A. M., Almeida, H. A., & Borges, R. G. V. (2020). Desafios para o professor de ciências e matemática revelados pelo estudo da BNCC do ensino médio. *REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 15(2), 1-32. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e73147>
- Fazenda, I. C. A. (Ed.). (1998). *Didática e Interdisciplinaridade*. Papirus.
- Fazenda, I. C. A. (Ed.). (2014). *O que é interdisciplinaridade?* Cortez.
- Fidelis, A. K., & Gaglio, P. C. (2019). Interdisciplinaridade e contextualização: desafios de professores de Ciências Naturais em preparar os alunos para o ENEM. *REnCiMa*, 10(6), 215-234. <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i6.2047>
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Gauthier, C., Mellouki, M., Simard, D., Bissonnette, S., & Richard, M. (1998). *Por uma teoria da pedagogia*. Unijuí.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). Models of modelling. In *Modelling-based teaching in science education* (pp. 17-40). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_2
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). Atlas.
- Imbernón, F. (2016). *Qualidade do ensino e formação do professorado: Uma mudança necessária* (S. C. Leite, Trad.). Cortez.
- Japiassú, H. (2006). O espírito interdisciplinar. *Cadernos EBAPE*, 4(3), 1-9. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512006000300006>
- Khalil, R. Y., Tairab, H., Qablan, A., Alarabi, K., & Mansour, Y. (2023). STEM-Based Curriculum and Creative Thinking in High School Students. *Education Sciences*, 13(12), 1195. <https://doi.org/10.3390/educsci13121195>

- Sousa, R. T., de Alexandria, A., Portela, A. (2026). *Teachers' Perceptions of Curriculum Integration between Natural Sciences and Mathematics in High School: a diagnostic study for the development of interdisciplinary proposals*
- Klein, J. T. (2015). Interdisciplinary teamwork: The dynamics of collaboration and integration. In S. J. Derry, C. D. Schunn, & M. A. Gernbacher (Eds.), *Interdisciplinary collaboration: An emerging cognitive science* (pp. 23–50). Lawrence Erlbaum Associates.
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5ª ed.). Atlas.
- Millar, V. (2020). Trends, issues and possibilities for an interdisciplinary STEM curriculum. *Science & Education*, 29(4), 929–948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- Minayo, M. C. de S. (2001). *O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde* (8ª ed.). Hucitec.
- Moreira, M. A. (2011). Meaningful learning: From the classical to the critical view. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(1), 1-15.
- Morin, E. (2000). *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Cortez.
- Nóvoa, A. (2022). *Escolas e professores: Proteger, transformar, valorizar*. SEC/IAT.
- Perrenoud, P. (2001). *Ensinar: Agir na urgência, decidir na incerteza* (2ª ed.). Artmed.
- Revák, I. M., Csernoch, M., Szilágyi, K. C., Dávid, Á., Tóth, B. K., Malmos, E., Sütő, É., & Kurucz, D. (2024). A systematic review of STEM teaching-learning methods and activities in early childhood. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(8), em2481. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14779>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lúcio, M. del P. B. (2013). *Metodologia de pesquisa* (5ª ed.). McGraw Hill; Penso.
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Artmed.

ESTADO DO CONHECIMENTO: CULTURA E HISTÓRIA INDÍGENA NO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

STATE OF KNOWLEDGE: INDIGENOUS CULTURE AND HISTORY IN CHEMISTRY TEACHING IN BRAZIL

ESTADO DEL CONOCIMIENTO: CULTURA E HISTÓRIA INDÍGENAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN BRASIL

Fernando Rocha da Costa*^{ID}, **Eullir da Silva Bento****^{ID}
Ednardo Monteiro Gonzaga do Monti***^{ID}

Costa, F. R., Bento, E. S., Monti, E. M. G. Estado do conhecimento: cultura e história indígena no ensino de química no Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e-23627
<https://doi.org/10.14483/23464712.23627>

Resumo

Esta investigação tem como objetivo mapear, analisar e discutir a cultura e a história indígena no Ensino de Química na produção científica brasileira. Num viés de estado de conhecimento, foram encontrados apenas 17 artigos em periódicos nacionais, nas plataformas do Google Acadêmico e do Portal de Periódicos CAPES, com o uso de critérios de inclusão e exclusão. Os resultados da pesquisa indicam a existência de uma articulação entre os saberes, o conhecimento e as práticas dos povos indígenas e o conhecimento científico nos últimos anos. Essa articulação tem como foco a valorização dos conhecimentos tradicionais de diferentes etnias e o deslocamento epistêmico do currículo, que se tornou exclusivamente eurocêntrico e ocidental. Contudo, apesar dos progressos limitados e atuais na história do país, é importante ressaltar os desafios relacionados à falta de materiais didáticos interculturais, à ausência de formação continuada de professores e à mobilização política de sujeitos não indígenas para implementar a Lei 11.645/08 no Ensino de Química.

Palavras-Chave: Pesquisa; Revisão; Ensino; Lei 11.645/08; Interculturalidade.

* Doutor em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Piauí, Brasil, fernando.costa@ufpi.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-0119-8819>

** Especialista em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e Mundo do Trabalho. Universidade Estadual de Roraima, Brasil, eullir.bento@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0767-3761>

*** Doutor em Educação, Universidade Federal do Piauí, Brasil, ednardo@ufpi.edu.br, <https://orcid.org/0000-0003-3513-3316>

Abstract

This research aims to map, analyze and discuss indigenous culture and history in chemistry teaching in Brazilian scientific production. Using a state of knowledge approach, only 17 articles were found in national journals, on the Google Scholar and CAPES Journal Portal platforms, using inclusion and exclusion criteria. The results of the research indicate that there has been an articulation between the knowledge and practices of indigenous peoples and scientific knowledge in recent years. This articulation focuses on valuing the traditional knowledge of different ethnic groups and the epistemic displacement of the curriculum, which has become exclusively Eurocentric and Western. However, despite the limited and current progress in the country's history, it is important to highlight the challenges related to the lack of intercultural teaching materials, the absence of continuing teacher training and the political mobilization of non-indigenous subjects to implement Law 11.645/08 in chemistry teaching

Keywords: Research; Review; Teaching; Law 11.645/08; Interculturality.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo mapear, analizar y discutir la cultura y la historia indígena en la enseñanza de la Química en la producción científica brasileña. Utilizando un enfoque de estado del conocimiento, se encontraron sólo 17 artículos en revistas nacionales, en las plataformas Google Scholar y CAPES Journal Portal, utilizando criterios de inclusión y exclusión. Los resultados de la investigación indican que ha habido una articulación entre los conocimientos y prácticas de los pueblos indígenas y el conocimiento científico en los últimos años. Esta articulación se centra en la valoración de los conocimientos tradicionales de los diferentes grupos étnicos y el desplazamiento epistémico del currículo, que se ha vuelto exclusivamente eurocéntrico y occidental. Sin embargo, a pesar de los limitados y actuales avances en la historia del país, es importante destacar los desafíos relacionados con la falta de materiales didácticos interculturales, la ausencia de formación docente continua y la movilización política de los sujetos no indígenas para la implementación de la Ley 11.645/08 en la enseñanza de la Química.

Palabras Clave: Investigación; Revisión; Enseñanza; Ley 11.645/08; Interculturalidad.

1. Introdução

Atualmente, os debates sobre interculturalidade e diversidade têm ganhado espaço e atenção nas discussões da área de Ensino de Química, especialmente na busca de um tensionamento político e social a partir da prática docente em Química, em contextos que envolvem povos historicamente vilipendiados, como os indígenas. No ano de 2009, foi promulgada no Brasil a Lei 11.645, que estabeleceu a obrigatoriedade da inclusão do ensino da história e da cultura indígenas nas escolas, abrangendo todas as disciplinas. Anteriormente, a legislação educacional abordava apenas as temáticas da cultura e da história africana e afro-brasileira (Brasil, 2008).

A lei representa um marco das lutas sociais e da emancipação dos movimentos sociais indígenas pela equidade étnico-racial. Diante do respaldo jurídico conferido pela legislação, no âmbito do Ensino

de Química, torna-se viável a discussão acerca das contribuições para a cultura e história brasileiras, a promoção da diversidade cultural e das representatividades, o combate ao preconceito, aos estigmas e ao racismo, bem como o reconhecimento da formação da identidade nacional, a problematização de visões equivocadas acerca das populações indígenas e a promoção do diálogo entre diferentes culturas, saberes, conhecimentos e práticas.

Entretanto, apesar da promulgação da política educacional em questão, a efetivação da lei é bastante limitada no cotidiano escolar e em programas de formação, sobretudo no âmbito da disciplina Química/Ciências da Natureza. Essa disciplina, comumente, fundamenta-se no paradigma universal e ocidental de matriz eurocêntrica (Lopes et al., 2014; Costa et al., 2023). No âmbito do Ensino de Química, a articulação entre saberes e conhecimentos indígenas possibilita a discussão de conceitos científicos e químicos, bem como da natureza da ciência, correlacionados a práticas culturais, tradições locais, modos de vida, concepções de mundo e da natureza. Dentre os estudos realizados na área, destacam-se aqueles que abordam temáticas como a pesca tradicional (Lopes et al., 2014), a tecelagem (Silva et al., 2016), o uso de corantes (Vanuchi & Braibante, 2019), a adaptação da tabela periódica à língua materna do povo náuatle (López et al., 2022), os processos de produção agrícola (Santos et al., 2023), a milpa na alimentação dos povos originários (Franco & Galindo, 2023), entre outros.

Dessa forma, é possível estabelecer um diálogo a partir da cultura e história indígenas para o ensino de conceitos químicos, além de contribuir para a educação científica, reforçar o respeito e o reconhecimento das contribuições de diferentes matrizes na formação do país nos processos educativos. Ainda que haja iniciativas nesse sentido em curso ou já implementadas, o estado do conhecimento acerca da forma como tais temas têm sido abordados na literatura científica permanece restrito no âmbito da área.

Segundo Baniwa (2019) é possível a abordagem dos diferentes conhecimentos da ciência ocidental e os conhecimentos tradicionais indígenas na perspectiva de incentivar diálogos respeitosos e produtivos entre as visões de mundo e da vida, numa perspectiva intercultural. De acordo com o autor, estima-se que mais de 12 milhões de indígenas habitavam as Américas, representando mais de 1.600 povos ou etnias e mais de 1.400 línguas faladas. Tais populações formavam sociedades autóctones que desenvolveram e continuam desenvolvendo civilizações complexas, autônomas e altamente sustentáveis. Essas histórias permanecem vivas e cada vez mais enraizadas na sociedade contemporânea (Baniwa, 2022).

De acordo com o autor, as contribuições dos povos indígenas à sociedade brasileira, notadamente epistêmicas e culturais, iniciaram-se logo após a chegada dos portugueses às terras brasileiras. Tais contribuições incluíram técnicas de sobrevivência na selva, mão de obra na edificação de prédios, igrejas e na expansão agrícola ou extrativista. Ademais, outros fatores contribuíram para o enriquecimento do idioma português, dentre eles a descoberta de uma variedade de alimentos e suas respectivas variações, o uso de plantas medicinais, de produtos anestésicos e a preservação da biodiversidade das florestas, visando a mitigação dos desequilíbrios ambientais do planeta nos tempos atuais (Baniwa, 2022).

Portanto, é relevante a exigência de uma práxis docente fundamentada na interculturalidade e no diálogo respeitoso no Ensino de Química. Tal exigência visa fornecer subsídios teóricos e práticos a educadores e pesquisadores da área, para que promovam ações de valorização e protagonismo dos movimentos indígenas frente às suas contribuições à sociedade brasileira. Nesse sentido, destaca-se a seguinte questão de pesquisa: Qual é o estado dos conhecimentos produzidos na forma de artigos científicos sobre a história e cultura indígenas, no âmbito do Ensino de Química no Brasil, e como têm sido abordadas a temática na área? Diante do exposto, o presente artigo visa mapear, analisar e discutir o

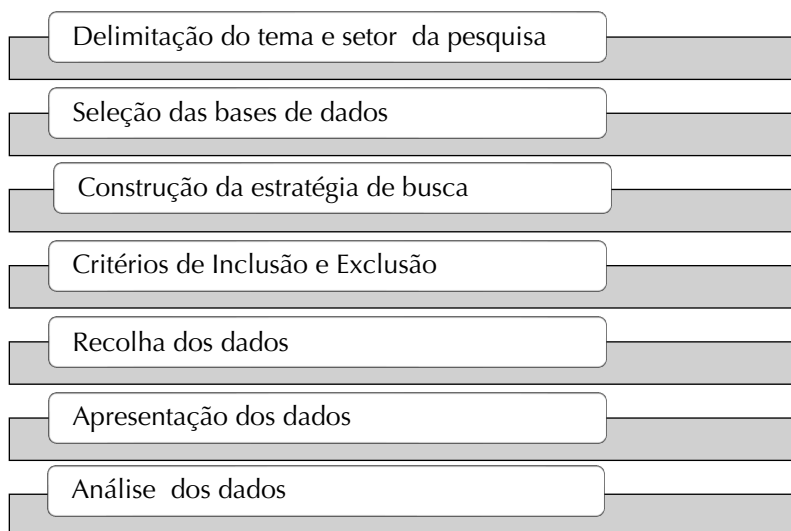
estado do conhecimento relacionado à cultura e história indígenas no Ensino de Química, bem como têm sido abordadas a temática na área, segundo artigos de periódicos do Brasil.

2. Percurso metodológico

A pesquisa possui enfoque qualitativo e se configura com elementos da pesquisa de estado do conhecimento, que tem como propósito mapear e analisar as discussões presentes na produção científica brasileira relacionadas à temática em questão. Nesse sentido, o estudo se concentra na cultura e história indígenas no Ensino de Química, com um enfoque particular nos artigos publicados em periódicos no Brasil. A pesquisa do estado do conhecimento contribui para a constituição do campo teórico de uma área do conhecimento. Ou seja, não se limita a identificar e mapear a produção, mas também a tecer análises, categorias, interpretações e sínteses das produções atuais e perspectivas futuras (Romanowski & Ens, 2006; Morosini & Fernandes, 2014). A pesquisa foi realizada empregando a seguinte matriz de estudos para a análise do estado do conhecimento.

Esquema 1

Matriz da pesquisa de conhecimento



A delimitação do tema e setor da pesquisa foi realizada com base no tema "Cultura e História Indígena no Ensino de Química" em artigos publicados em periódicos brasileiros. Para a delimitação do tema e setor da pesquisa, foram consultadas investigações sobre a cultura e história indígenas, a implementação da Lei 11.645/08, a elaboração de materiais didáticos e práticas didático-pedagógicas no contexto indígena e no ensino da Química. A seleção das bases de dados foi efetuada com base em critérios específicos, tais como a disponibilidade, o acesso aberto e a abrangência geográfica em território nacional. Neste sentido, foram consideradas as plataformas do Portal de Periódicos CAPES e do Google Acadêmico. A construção da estratégia de pesquisa foi realizada com a utilização dos descritores relacionados com o tema da investigação, combinados com operadores booleanos "and", "or", "and", "or", com o objetivo de refinar os dados e os resultados.

A pesquisa foi conduzida através da análise dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, bem como da leitura completa dos mesmos. A combinação de pesquisa utilizada é evidenciada pelo seguinte

exemplo:(cultura indígena) OR (lei 11.645/08) AND (interculturalidade) OR (indígenas) AND (Ensino de Química) OR (educação em Química) OR (educação escolar). Os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos foram os seguintes. Foram incluídos artigos publicados em qualquer período, desde que veiculados em periódicos submetidos à revisão por pares (*peer review* ou *blind review*) e que apresentassem formato de artigo científico. Consideraram-se, ainda, estudos que abordassem diretamente a história e a cultura indígenas no contexto do ensino de Química ou que demonstrassem relação com a área, seja no título ou nas palavras-chave. Também foram incluídas publicações redigidas em português, inglês ou espanhol, vinculadas a pesquisadores e instituições brasileiras. No que se refere aos critérios de exclusão, foram desconsiderados textos que não passaram por revisão por pares, tais como editoriais, resenhas, livros, dissertações e teses, bem como publicações que não se enquadrassem no campo do Ensino de Química ou que não tratassem diretamente da história e da cultura indígenas.

O recolhimento dos dados decorreu após a aplicação dos critérios de pesquisa e seleção. Posteriormente, os dados foram extraídos dos artigos selecionados e organizados numa folha de cálculo do *Microsoft Office Word*® (versão 2017) e *Microsoft Office Excel*® (versão 2017). A apresentação desses dados foi efetuada no decorrer do artigo com base nos elementos anteriores de recolha de dados, expondo os resultados obtidos. A análise dos dados foi efetuada com base na metodologia de análise de conteúdo desenvolvida por Lüdke e André (2013). Num primeiro momento, foi realizada a pré-análise, que consistiu em leituras flutuantes, seleção dos documentos, avaliações iniciais e organização dos documentos. Posteriormente, ocorreu a exploração do material, durante a qual foram realizadas análises. Por fim, foi tratado o resultado e interpretado, com discussões, categorias emergentes e observações (Lüdke & André, 2013).

3. Resultados e discussões

Na busca encontrou-se inicialmente 8.890 artigos publicados em periódicos científicos com a temática em baila. A seguir são apresentados no quadro que seguem os dados dos 17 artigos selecionados para discussão, isso de acordo com os critérios de inclusão, organizados em ordem cronológica crescente do ano de publicação, considerando, a saber: título, periódico, autores, instituição e ano dos estudos.

Quadro 1

Artigos sobre Cultura e História Indígena no Ensino de Química.

CÓDIGO	TÍTULO	PERIÓDICO	AUTORES - INSTITUIÇÃO	ANO
ART1	Tradição <i>Maxakali</i> e conhecimento científico: diferentes perspectivas para o conceito de transformação	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Kátia Pedrosa Silveira – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Eduardo Fleury Mortimer – UFMG	2012
ART2	Educação em ciências e Ensino de Química: perspectivas para a pesca com o timbó na voz de alunos de uma escola indígena brasileira	Revista Fórum Identidades	Edinéia Tavares Lopes – Universidade Federal de Sergipe Emmanuel Vilaça Costa - Universidade Federal do Amazonas Gerson de Souza Mol – Universidade de Brasília	2014
ART3	A tecelagem <i>Huni Kuin</i> e o Ensino de Química	Revista Química Nova na Escola	Maria Antônia Moura da Silva – Universidade Federal do Acre (UFAC), Alcindo da Silva Falcão (UFAC), Marina Santana da Silva (UFAC), Anelise Maria Regiani - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).	2016

ART4	Concepções de professores indígenas em formação sobre o Ensino de Química	Revista Tecnê, Episteme y Didaxis: TED	Marcelo Franco Leão –Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)/UFRGS Nilma Sylvania Izarias – Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) Eniz Conceição Oliveira – UNIVATES Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES José Claudio Del Pino – UNIVATES	2018
ART5	Interculturalidade e Ensino de Química: considerações sobre uma atividade didática envolvendo a cultura indígena	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar	Aline Kundlatsch – Universidade Estadual Paulista Camila Silveira – Universidade Federal do Paraná	2018
ART6	O professor de Química e a Lei 11.645/08: discutindo a educação das relações étnico-raciais em Porto Seguro	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar	Kézia Ribeiro Gonzaga - Instituto Federal da Bahia (IFBA); André Rosa Martins – IFBA, Cristiano Raykil – IFBA	2018
ART7	O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: uma possibilidade para o Ensino de Química articulado com a Lei 11.645/2008	Revista Debates em Ensino de Química	Vânia Costa Ferreira Vanuchi – UFRGS, Mara Elisa Fortes Braibante – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	2019
ART8	A Abordagem Intercultural nas Escolas Indígenas <i>Tikuna</i> do Amazonas: o Ensino de Química	Revista Ciência & Educação	Ercila Pinto Monteiro – Universidade Federal do Amazonas, Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani – Universidade Estadual Paulista (UNESP)	2020
ART9	Uma análise de vídeos do <i>youtube</i> sobre Ensino de Química na educação indígena	Revista de Estudos em Educação e Diversidade	Maristela Cabral da Silva Piedade - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Marcelo Leandro Eichler - UFRGS	2022
ART10	A Cultura Indígena no Ensino de Química: Uma Proposta de Sequência Didática	Revista Debates em Ensino de Química	Isabela Lira Anésio – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Mikeas Silva de Lima – Universidade de São Paulo (USP), Fellipe Freire Santos de Farias – Universidade Federal de Santa Maria , Cláudia de Figueiredo Braga - UFPB	2022
ART11	A prática de Ensino de Ciências e Química na educação escolar indígena: um mapeamento das publicações no catálogo da CAPES	Revista Linguagens: Estudos e Pesquisas	Eva Aparecida da Silva - UNESP Karen Chibana Ferreira - UNESP	2022
ART12	Resgate da Cultura Local da Produção de Farinha em Nazaré-Bahia: possibilidades no Ensino de Química	Revista de Estudos em Educação e Diversidade	Lilian Moreira Pereira dos Santos – Universidade Federal da Bahia (UFBA) Jadson Borges Santos - Colégio Estadual Dr. José Marcelino de Souza Rafael Moreira Siqueira – UFBA	2023
ART13	Práticas colaborativas na <i>Wikipédia</i> : a internacionalização e a interculturalidade no Ensino de Química.	Revista Eccos Científica	Andressa Algayer da Silva Moretti - UNESP, Daniela Melaré Vieira Barros - UNESP, Aguinaldo Robinson de Souza - UNESP	2023
ART14	Revisão sistemática de literatura acerca da abordagem da temática indígena no Ensino de Ciências	Revista Educação em Ciências e Matemáticas - Amazônia	Vânia Costa Ferreira Vanuchi - UFRGS Daniele Trajano Raupp - UFRGS	2023

ART15	Narrativas e Saberes Indígenas no Ensino de Química: Contextos para Propostas de Sequências Didáticas	Revista Debates em Ensino de Química	Carlos Daniel Silva Silva - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia Emanuel Pereira Queiroz - Universidade Federal do Ceará	2023
ART16	Estudo intercultural em uma perspectiva na educação em Ciência/Química: cultura indígena no contexto amazônico	Arquivos do Mudi	Elzilene Aquino de Araújo - Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT)	2024
ART17	Conceitos estruturantes da Química em projetos de Licenciatura Intercultural Indígena	Revista Iluminart	Daiane Mendes de Barros - USP Marcelo Giordan - USP	2024

Com base nos artigos listados no quadro anterior, são apresentados os principais objetivos e resultados da investigação que abordam a temática da cultura e história indígenas no Ensino de Química, fundamentados nas respectivas publicações científicas. O ART1 se configura como o primeiro artigo sobre a temática em questão, com o objetivo de explorar as convergências e divergências entre a tradição indígena Maxakali e o pensamento científico. Este estudo propõe o desenvolvimento de uma pedagogia intercultural no Ensino de Química, com base na premissa de que a intercompreensão entre essas visões pode facilitar o ensino de ciências nas escolas indígenas, a partir do diálogo entre culturas distintas (Silveira & Mortimer, 2012). No artigo "ART2" de Lopes et al. (2014), os autores procedem à análise e discussão das explicações fornecidas pelos estudantes bakairi do ensino secundário sobre a pesca em Timbo, efetuando uma comparação com perspectivas culturais e científicas. De acordo com Lopes et al. (2014), a investigação demonstrou que os alunos apresentaram explicações fundamentadas na mitologia Bakairi e em experiências vivenciais, simultaneamente à tentativa de integração de conceitos científicos.

O ART3 visou aproximar o conteúdo da disciplina de Química dos conhecimentos tradicionais, através do estudo da tecelagem Huni Kuin. Neste âmbito, foi criada uma prática experimental aplicável às aulas de Química, com o objetivo de promover a inclusão da cultura indígena como tema transversal no ensino desta disciplina (Silva et al., 2016). A investigação proporcionou a oportunidade de transmitir conceitos químicos, tais como a separação de misturas e o pH, com base no processo tradicional de tingimento empregado pelos Huni Kuin. Procedeu-se à realização de ensaios com extratos de mogno e açafraão enquanto indicadores de pH. Os resultados obtidos demonstraram a adaptação das cores em diferentes níveis de pH, o que reforça a integração entre saberes tradicionais e ciência (Silva et al., 2016).

O ART4 intencionou identificar as concepções didático-pedagógicas de professores indígenas em formação sobre o Ensino de Química. Para tal, procedeu-se à apresentação da análise das suas ideias sobre a importância da Química e a forma mais pertinente de ensinar a disciplina, tendo em conta o contexto em questão, no qual se destacam a trajetória escolar, o ideal de aula e a contribuição da Química (Leão et al., 2018).

Já o ART5 teve como objetivo analisar se e como os estudantes do ensino secundário articularam aspetos de igualdade e diferença em relação aos povos indígenas numa oficina temática, realizada por licenciandos vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) de Química numa escola pública (Kundlatsch & Silveira, 2018). A maioria dos alunos da instituição pública de Educação Básica demonstrou visões estereotipadas e equivocadas sobre os povos indígenas, com alguns alunos a conseguirem articular aspectos de igualdade e diferença. Contudo, estes casos foram minoritários. O estudo em questão evidencia a necessidade imperativa de uma abordagem intercultural, visando a desconstrução de preconceitos e estereótipos (Kundlatsch & Silveira, 2018).

O ART6 buscou investigar as razões subjacentes à não aplicação da Lei 11.645/08 e das diretrizes curriculares nacionais, que abordam a educação étnico-racial, nas instituições de ensino de Porto Seguro, com um enfoque particular na atuação dos professores das disciplinas de ciências exatas e naturais, com ênfase na Química (Gonzaga et al., 2018). A investigação demonstrou uma lacuna significativa no que diz respeito à preparação teórica e prática para a inclusão das temáticas afro-brasileira e indígena no currículo, particularmente nas disciplinas de ciências exatas. A ausência de formação contínua e a limitada disponibilidade de materiais didáticos constituem fatores que dificultam a implementação da lei (Gonzaga et al., 2018).

O ART7 teve como objetivo principal promover a inclusão da temática indígena no ensino da Química, com um enfoque particular na Química Orgânica. Foi desenvolvido uma atividade experimental através da extração e utilização de corantes naturais, tais como o urucum, o mogno, o jenipapo, o açafraão e o pau-brasil, que são tradicionalmente utilizados por comunidades indígenas no Brasil (Vanuchi & Braibante, 2019). A aplicação da oficina demonstrou que os estudantes adquiriram competências Químicas, sociais e culturais, desenvolvendo reflexões sobre os povos indígenas e a importância da Lei 11.645/08 para o reconhecimento cultural e histórico destes. Os alunos demonstraram uma compreensão aprofundada sobre a Química subjacente aos corantes e a sua aplicação prática, o que resultou num aprendizado mais contextualizado (Vanuchi & Braibante, 2019).

O ART8 procedeu à análise do Ensino de Química nas escolas indígenas Tikuna do Amazonas e investigou as necessidades da comunidade relativamente a um ensino intercultural que integre conhecimentos tradicionais (Monteiro & Zuliani; 2020). Conforme referido por Monteiro e Zuliani (2020), o Ensino de Química nas escolas Tikuna é realizado de acordo com padrões ocidentais, com uma valorização reduzida dos saberes locais. A comunidade manifesta a necessidade de materiais didáticos específicos e de um currículo que integre os conhecimentos indígenas.

O ART9 investigou a presença e o conteúdo de vídeos no YouTube relacionados com o Ensino de Química na educação indígena, analisando a forma como a discussão sobre esta área é articulada em vídeos destinados à educação indígena (Piedade & Eichler, 2022). A análise de 36 vídeos demonstrou que apenas uma parcela reduzida aborda o Ensino de Química no contexto indígena de forma direta. A maioria dos conteúdos disponíveis nesta plataforma do YouTube apresenta perspectivas não indígenas sobre os povos originários, e as discussões que promovem a visibilidade indígena são majoritariamente conduzidas por canais institucionais, como universidades e fundações privadas. Os canais indígenas ou dedicados à educação indígena específica permanecem limitados, restringindo a representatividade dos povos indígenas nesses espaços digitais (Piedade & Eichler, 2022).

O ART10 investigou a integração da cultura indígena no ensino da Química, com ênfase na Química Orgânica, desenvolvendo uma sequência didática para alunos do Ensino Médio que permita estabelecer uma relação entre os conhecimentos tradicionais indígenas e os conteúdos científicos (Anésio et al., 2022). A metodologia de ensino aplicada demonstrou ser eficaz na motivação dos alunos e no desenvolvimento das suas competências cognitivas, de acordo com a Taxonomia de Bloom. A proposta suscitou o interesse dos estudantes ao relacionar os conteúdos de Química com a cultura indígena, nomeadamente com a utilização de pigmentos naturais como o urucum, promovendo uma maior valorização dos conhecimentos tradicionais (Anésio et al., 2022).

O ART11 procedeu ao mapeamento das publicações referentes ao ensino de Ciências e Química na Educação Escolar Indígena (EEI) constantes no catálogo de teses e dissertações da CAPES, procedendo de seguida à análise das práticas de ensino registadas, com vista à sua relação com diretrizes curriculares e saberes indígenas (Silva & Ferreira, 2022). Conforme referido pelas autoras, foram identificadas práticas de ensino que tentam articular os saberes indígenas com os conteúdos científicos. Todavia, as publicações

são limitadas e prevalece uma visão eurocêntrica nos documentos oficiais. Os trabalhos selecionados evidenciam um esforço para incluir temáticas culturais indígenas no ensino científico, promovendo um ensino mais intercultural e bilíngue. Contudo, persistem desafios, tais como a falta de formação específica para professores indígenas e de materiais didáticos apropriados (Silva & Ferreira, 2022).

O ART12 teve como objetivo a produção de farinha de copioba como recurso didático para o ensino da Química, integrando conhecimentos locais, culturais e históricos da região de Nazaré, na Bahia. Este projeto aborda conceitos químicos por meio desta tradição (Santos et al., 2023). Os resultados obtidos demonstram que a produção de farinha de copioba pode ser considerada uma estratégia pedagógica que contribui para o enriquecimento do ensino da Química. Esta prática estabelece uma relação entre os processos de produção locais e conceitos científicos, tais como a separação de misturas, as reações Químicas e as interações intermoleculares (Santos et al., 2023).

O ART13, apresentado como um verbete na Wikipédia, com base em práticas colaborativas de escrita (PCE), pode ser utilizado como recurso educativo aberto para promover a internacionalização e interculturalidade no Ensino de Química no ensino superior (Moretti et al., 2023). Foi demonstrado que a Wikipédia forneceu um ambiente favorável para práticas colaborativas e interculturais. A página analisada apresentou debates sobre variantes linguísticas e integrações culturais, evidenciando que os "wikipedistas" constroem coletivamente o conhecimento, enfrentando e conciliando diferenças linguísticas e culturais (Moretti et al., 2023). De acordo com Moretti et al. (2023), estas práticas podem enriquecer a formação acadêmica, promovendo uma aprendizagem colaborativa e globalizada.

O ART14 consistiu numa revisão sistemática da literatura, com o objetivo de compreender como a temática indígena tem sido abordada no ensino das ciências na educação básica brasileira, com especial ênfase no período anterior e posterior à promulgação da Lei 11.645/08 (Vanuchi & Raupp, 2022). A análise revelou um número limitado de estudos que abordam a temática indígena no ensino de Ciências, com a maioria dos artigos a focar-se em aspectos culturais e interculturais de maneira geral. Foi ainda observado um aumento no número de publicações após a Lei 11.645/08, embora ainda haja lacunas na inclusão de conteúdos indígenas específicos nas disciplinas de Química e Ciências (Vanuchi & Raupp, 2022).

O ART15 desenvolveu e implementou metodologias de ensino que visam integrar conhecimentos indígenas e abordar conceitos fundamentais de Química. Estas metodologias têm como objetivo valorizar a diversidade de narrativas históricas e culturais indígenas, promovendo a inclusão e a valorização das tradições indígenas (Silva & Queiroz, 2023). As sequências didáticas demonstraram ser eficazes na promoção do envolvimento dos estudantes e na facilitação de uma compreensão mais contextualizada da Química. Os estudantes adquiriram competências para identificar e apreciar as contribuições indígenas para o conhecimento científico, incluindo as práticas de manipulação da natureza, sem descuidar a relevância das práticas culturais tradicionais (Silva & Queiroz, 2023).

O ART16 promoveu a integração equitativa entre o conhecimento tradicional indígena e a ciência ocidental no ensino de ciências e Química, visando enriquecer a educação dos alunos, fomentar o respeito pela diversidade cultural e promover o compromisso com a preservação ambiental na Amazônia (Araújo, 2024). O estudo demonstrou que os alunos estabeleceram uma ligação mais forte entre a cultura local e os conteúdos científicos. A criação de recursos didáticos, tais como animações e um livro de contos, incentivou a criatividade e a participação ativa, resultando num aumento do envolvimento e da compreensão dos conceitos de ciências e Química, bem como do apreço pela biodiversidade e pela identidade cultural (Araújo, 2024).

O ART 17 versou sobre uma investigação que analisa a forma como o conhecimento químico é integrado nos cursos de Licenciatura Intercultural Indígena (LII) em universidades brasileiras. A investigação identifica os conceitos fundamentais da Química contidos nos Projetos Pedagógicos de

Cursos (PPC) e discute a adequação curricular desses programas à interculturalidade (Barros & Giordan, 2024). A análise dos PPCs demonstrou uma predominância de conceitos químicos eurocêntricos, com uma integração limitada de conhecimentos e práticas indígenas. Esta evidência sugere que o plano curricular destas licenciaturas não satisfaz completamente a proposta de formação intercultural, destacando-se uma predominância de conceitos químicos associados a propriedades e transformações da matéria (Barros & Giordan, 2024).

Procedeu-se à criação de categorias analíticas com base na análise dos artigos, com vista a sintetizar os estudos sobre a cultura e a história indígenas no ensino da Química.

Quadro 2

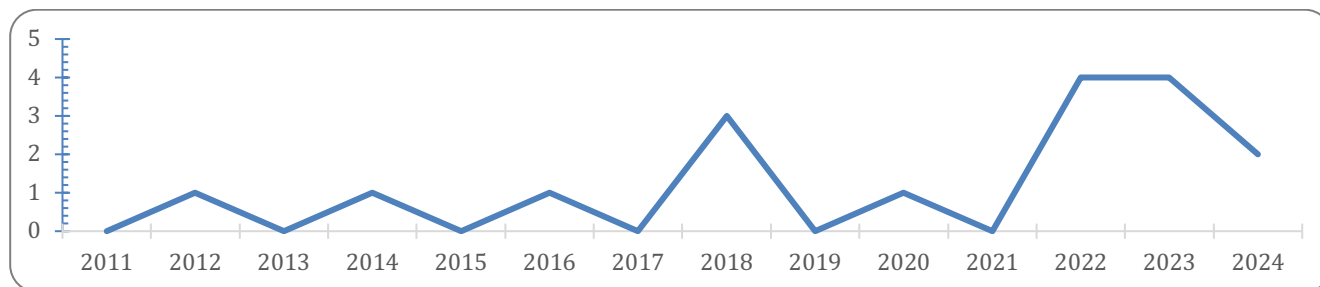
Categorias analíticas sobre os estudos da cultura e história no Ensino de Química.

Categorias	Observações
Interlocução da cultura e história indígenas no Ensino de Química	Todos procuraram aprofundar as conexões entre o conhecimento científico e as tradições indígenas. Esta constatação que sinaliza uma tendência emergente nesta área.
Desafios da implementação da Lei 11.645/08	O ART6 e o ART14 evidenciam dificuldades na aplicação da Lei 11.645/08, as quais se devem à falta de formações e recursos didático-metodológicos. A operacionalização restrita da lei constitui um desafio para a formação docente de Ciências aos temas étnico-raciais na educação básica.
Produção e uso de materiais didáticos interculturais	Os estudos ART3, ART7, ART12, e ART16, por exemplo, descrevem a criação de materiais, tais como sequências didáticas e oficinas pedagógicas. Todavia, persiste uma escassez de materiais que dialoguem com os diferentes contextos culturais específicos, circunstância que condiciona a materialidade dessas abordagens.
Formação de professores para abordagem intercultural	A ausência de formação específica é mencionada nas ART4 e ART6, sendo indicada como uma das principais limitações para a prática intercultural no ensino. A oferta de formação continuada e de formação especializada para a compreensão de temáticas indígenas e afro-brasileiras é incipiente.
Uso de plataformas digitais para representatividade indígena	O ART9 indica a presença indígena nas plataformas digitais é limitada, com uma quantidade reduzida de vídeos ou conteúdos produzidos por ou para as comunidades indígenas. A maioria das discussões sobre o ensino intercultural de Química decorre em contextos acadêmicos e institucionais.
Percepção e conscientização dos estudantes sobre diversidade cultural	Os ART5 e ART11 demonstram que, embora alguns alunos demonstrem competências na articulação de temas relacionados com a igualdade e a diferença, a maioria exhibe perspectivas estereotipadas. Abordagens interculturais têm contribuído para desconstruir preconceitos, embora os resultados obtidos ainda sejam limitados.
Contribuição para valorização da cultura indígena	Os estudos ART1, ART2, ART12 e ART15 corroboram a importância dos conhecimentos tradicionais e o seu contributo para o aprofundamento da compreensão científica dos alunos, promovendo simultaneamente o respeito e a valorização das culturas indígenas no contexto do ensino formal.
Adaptação curricular para contextos indígenas	A dificuldade de adaptação dos currículos é mencionada em ART8 e ART11, que relatam a predominância de uma visão eurocêntrica. Esta limitação dificulta a implementação de uma pedagogia verdadeiramente intercultural, adaptada aos contextos indígenas.

A partir da análise dos artigos referentes à cultura e história indígenas, foi possível elaborar o gráfico da evolução quantitativa das publicações ao longo dos anos.

Gráfico 1

Quantidade de artigos por ano.



Fonte: Os autores.

Conforme demonstrado, o primeiro artigo divulgado na área data de 2012. Posteriormente, em 2014 e 2016, foram publicados artigos novamente, respectivamente. No ano de 2018, foram publicados três artigos. No ano de 2020, foi publicado um artigo. Nos anos de 2022 e 2024, foram publicados, respectivamente, quatro artigos. Por último, no ano de 2024, foram publicados dois artigos. A amostra do estudo inclui um total de dezessete artigos na área do Ensino de Química. A alternância entre picos e quedas sugere que o tema adquire relevância em determinados períodos e que a temática não se encontra consolidada como uma linha de pesquisa na área. Esta evidência destaca a necessidade de incentivar a investigação nesta área.

Identifica-se que a escassez de discussões na área é notória, sobretudo quando se considera que os povos indígenas são os povos originários do continente e que as suas contribuições, saberes, conhecimentos, práticas e competências continuam, em muitos aspectos, marginalizados nas diferentes áreas de produção de conhecimento. Portanto, percebe-se que a área não considera de maneira significativa que estas práticas contribuem como diálogos interculturais que podem fomentar e mobilizar os conhecimentos sobre a transformação da matéria que ocorrem nas organizações das sociedades indígenas em sua projeção na sala de aula de Química. Sendo assim, conseqüentemente, entende-se que há uma inércia no que diz respeito a ações e investigações conduz ao racismo epistêmico e à perpetuação da visão eurocêntrica do mundo.

Conforme indicado por Baniwa (2019), a ciência moderna tem como objetivo a burocratização do conhecimento e da informação, resultando numa conjuntura em que se observam práticas de censura, seletividade e exclusão. Ademais, os indígenas enfrentam um acesso restrito aos recursos e às informações. Esta objetividade não é neutra, apresentando uma perspectiva que reflete a influência do contexto social e cultural. Desta forma, a ciência moderna é caracterizada pelo conhecimento, controlo, quantificação e qualificação da natureza. Esta, por sua vez, encontra-se subjugada ao processo de progresso, industrialização e militarização do mundo globalizado, através de um sistema de produção, acesso e transmissão excludente dos bens produzidos (Baniwa, 2019). Ao contrastar as cosmovisões de indígenas e não indígenas, é possível identificar uma significativa diferença entre elas, demonstrando que os povos originários não se submeteram aos interesses mercadológicos, colonizadores e de "progresso" dos não indígenas. Importa salientar que não se verifica a existência de um único povo indígena ou de uma única etnia. Há, de fato, uma pluralidade de etnias, com um número superior a 1500 povos indígenas e cerca de 1200 línguas diferentes ao longo da história do país.

Na América Latina, a colonialidade foi promovida pelo ecocídio, genocídio e etnocídio dos diversos povos indígenas, entre outros fatores. A imposição do pensamento europeu e eurocêntrico resultou na erradicação das formas de pensamento, vida e subjugação ao esquecimento dos conhecimentos tradicionais de muitos povos ameríndios (Baniwa, 2022). Nesse sentido, Baniwa (2019) afirmou que não há nenhuma incompatibilidade entre os conhecimentos científicos, indígenas e outros conhecimentos. O ensino da Química, fundamentado essencialmente nos conhecimentos científicos, pode estabelecer um diálogo com os conhecimentos tradicionais indígenas, de modo a complementar as abordagens e os conhecimentos, evitando uma hierarquização e uma superioridade de paradigmas científicos. Neste sentido, é importante salientar a necessidade de se tensionar a colonialidade nos currículos de Química.

A colonialidade, por outro lado, é entendida como um conceito analítico e discursivo, abrangendo diversas áreas, tais como a colonialidade do saber, da existência, da natureza, do poder, do pensamento e do gênero (Quintero et al., 2019). Conforme indicado por Restrepo e Roja (2012), a colonialidade é entendida como um fenômeno histórico complexo e contemporâneo, cujos efeitos se prolongam para além do período colonial, manifestando-se nas relações de poder que conduzem à naturalização das hierarquias territoriais, raciais, culturais, de gênero e entre outros. E é precisamente este padrão de poder, tanto no passado como no presente, que perpetua a exploração de alguns seres humanos por outros, sob a alegada superioridade de conhecimento, experiências e estilos de vida do grupo. Desta forma, a modernidade é um produto da perspectiva europeia e ocidental, na qual a colonialidade atua como suporte, fundamento e manutenção das relações e construções atuais (Restrepo & Roja, 2012; Quintero et al., 2019).

Ademais, na conjuntura em que se estabelece um diálogo entre o ensino da Química e o desenvolvimento de investigações na área, é pertinente que se promova a educação escolar indígena, de modo a contemplar as necessidades específicas da comunidade escolar a que se destina. Neste sentido, é essencial que os professores indígenas estejam envolvidos nos processos de tomada de decisões e na elaboração do projeto político-pedagógico, sobretudo no que diz respeito à política pública do Estado, a qual deve procurar aproximar e promover o diálogo entre as epistemologias e racionalidades dos saberes indígenas e não indígenas.

4. Reflexões finais

O presente estudo teve como objetivo mapear, analisar e discutir a produção científica brasileira sobre a cultura e a história indígena no Ensino de Química. Os resultados indicam que, embora atualmente haja uma crescente valorização de temáticas e discussões no campo da interculturalidade, especialmente no que se refere aos saberes indígenas no campo da Química e seu ensino, a temática ainda é pouco trabalhada nos sistemas de ensino ou quase inexistente, sobretudo quando se compara o número de artigos encontrados com outras temáticas de pesquisa da área e a existência dos povos originários no Brasil antes de sua denominação atual. A temática é recente na área e apresenta picos e quedas de produção, revelando-se uma área de investigação instável e indicando a necessidade de fomento à pesquisa. Revela-se a necessidade de mobilização política de não indígenas, com compromisso político e social a partir do Ensino de Química, bem como a necessidade de protagonismo e autonomia indígena na organização de seus processos educativos e de seus respectivos projetos societários.

As produções da área destacam a importância da interlocução entre os saberes indígenas e o ensino de conceitos químicos. Os trabalhos abordam, por exemplo, o uso de corantes naturais, práticas agrícolas e pesqueiras tradicionais, tecelagem, evidenciando que tal interlocução oportuniza a valorização desses

saberes e conhecimentos, estreitando o vínculo entre a contextualização do conteúdo e o fortalecimento de identidades e subjetividades dos diferentes povos indígenas.

Além disso, também foi identificado, no presente estado do conhecimento, que as limitações frequentemente incluem a falta de materiais didáticos interculturais e de formação específica para professores, ainda que as produções sobre sequências didáticas estejam associadas às etnias locais, mesmo que sejam pequenas. Dessa forma, a implementação da Lei 11.645/08 ainda é dificultosa, sobretudo no cotidiano da escola e na aula de Química. As disciplinas ditas de exatas e da natureza são quase sempre promovidas pelos paradigmas eurocêntrico e ocidental nos diferentes níveis de educação e formação no Brasil. O Ensino de Química é necessário para tensionar as desigualdades históricas e epistemológicas endossadas pelo modelo hegemônico de educação científica, requerendo esforço coletivo diante da problemática. É necessário a manutenção das políticas públicas de formação docente continuada, fiscalizar e efetivar a legislação existente sobre a temática, bem como desenvolver materiais co-construídos pelas/com as comunidades indígenas.

5. Contribuição dos Autores

Autor 1: Conceitualização; Metodologia; Software; Validação; Análise formal; Investigação; Recursos; Administração do projeto; Captação de recursos;

Autor 2: Investigação; Curadoria de dados; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição; Visualização; Supervisão.

Autor 3: Investigação; Curadoria de dados; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição; Visualização; Supervisão.

Todos os autores: revisão e edição.

6. Declaração das fontes de financiamento

Este estudo não recebeu apoio financeiro de nenhuma instituição ou agência de fomento.

7. Declaração de utilização da inteligência artificial

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram o ChatGPT para a finalidade de padronização das referências. Posteriormente, revisaram e editaram o texto, assumindo total responsabilidade pelo seu conteúdo.

8. Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses relacionado à publicação deste artigo..

9. Referencias

- Anésio, L. I., Lima, S. M., Farias, F. F. S., & Braga, C. F. (2022). A cultura indígena no Ensino de Química: Uma proposta de sequência didática. *Revista Debates em Ensino de Química*, 8(3), 283–298. <https://doi.org/10.53003/redequim.v8i3.4898>
- Araújo, E. (2024). Estudo intercultural em uma perspectiva na educação em ciência/Química: Cultura indígena no contexto amazônico. *Arquivos do Mudi*, 28(1), 111–125. <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v28i1.71622>
- Baniwa, G. L. (2022). As contribuições dos povos indígenas para o desenvolvimento da ciência no Brasil. *Ciência e Cultura*, 1–10. <https://revistacienciaecultura.org.br/?p=3105>
- Baniwa, G. L. (2019). Desafios no caminho da descolonização indígena. *Revista do PPGCS - Novos Olhares Sociais*, 2, 41–50. <https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/novos-olhares-sociais/article/view/4503>

- Barros, D. M., & Giordan, M. (2024). Conceitos estruturantes da Química em projetos de Licenciatura Intercultural Indígena. *Revista Iluminart*, 23, 55–65. <http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/revistailuminart/index.php/iluminart/article/view/509>
- Brasil. (2008). *Lei n. 11.645/2008, de 10 de março de 2008*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11645.htm
- Costa, F. R., Camargo, M. J. R., & Benite, A. M. C. (2023). Da ausência para a potência: Investigando a comunicação crítica e popular como estratégia de ensino de Ciências e relações étnico-raciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e39125, 1–29. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2023u183211>
- Franco, A. G., & Galindo, A. A. G. (2023). La milpa y la alimentación en México. *Educación Química*, 34(número especial). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.86339e>
- Gonzaga, K. R., Martins, A. R., & Raykil, C. (2018). O professor de Química e a Lei 11.645/08: Discutindo a educação das relações étnico-raciais em Porto Seguro. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 4(10). <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1063>
- Kundlatsch, A., & Silveira, C. (2018). Interculturalidade e Ensino de Química: Considerações sobre uma atividade didática envolvendo a cultura indígena. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 4(12). <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1719>
- Leão, M. F., Izarias, N. S., Oliveira, E. C., & Pino, J. C. (2018). Concepções de professores indígenas em formação sobre o Ensino de Química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Extraordin, 1–5. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/download/9364/6986/22662>
- Lopes, E. T., Costa, E. V., & Mol, G. S. (2015). Educação em Ciências e Ensino de Química: Perspectivas para a pesca com o timbó na voz de alunos de uma escola indígena brasileira. *Revista Fórum Identidades*, 16(16), 132–174. <https://periodicos.ufs.br/forumidentidades/article/view/4265>
- López, A. F., Sosa Martínez, B., Méndez, J. M. A., Catarino, R. C., & García, E. H. (2022). Adaptação de la Tabla Periódica al náhuatl: Una propuesta para la enseñanza e inclusión. *Educación Química*, 33(4). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81018>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas* (2ª ed.). E.P.U.
- Monteiro, E. P., & Zuliani, S. R. Q. A. (2020). A abordagem intercultural nas escolas indígenas Tikuna do Amazonas: O Ensino de Química. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26, e20059. <https://doi.org/10.1590/1516-7313202000059>
- Moretti, A. A. S., Barros, D. M. V., & de Souza, A. R. (2023). Práticas colaborativas na Wikipédia: A internacionalização e a interculturalidade no Ensino de Química. *EccoS – Revista Científica*, (65), e24565. <https://doi.org/10.5585/eccos.n65.24565>
- Morosini, M. C., & Fernandes, C. M. B. (2014). Estado do conhecimento: Conceitos, finalidades e interlocuções. *Educação Por Escrito*, 5(2), 154–164. <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2014.2.18875>
- Piedade, M. C. S., & Eichler, M. L. (2022). Uma análise de vídeos do YouTube sobre Ensino de Química na educação indígena. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED*, 3(7), 1–20. <https://doi.org/10.22481/reed.v3i7.10297>
- Quintero, P., Figueira, P., & Concha, P. E. (2019). *Uma breve história dos estudos decoloniais*. <https://assets.masp.org.br/uploads/temp/temp-QE1LhobgtE4MbKZhc8jv.pdf>
- Restrepo, E., & Rojas, A. (2012). *Inflexión decolonial: Fuentes, conceptos y cuestionamientos*. Universidad del Cauca. <https://www.ram-wan.net/restrepo/documentos/Inflexion.pdf>
- Romanowski, J. P., & Ens, R. T. (2006). As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Revista Diálogo Educacional*, 6(19), 37–50. <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24176>
- Santos, L. M. P., Santos, J. B., & Siqueira, R. M. (2023). Resgate da cultura local da produção de farinha em Nazaré-Bahia: Possibilidades no Ensino de Química. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED*, 4(11), 1–15. <https://doi.org/10.22481/reed.v4i11.14055>
- Silva, C. D. S., & Queiroz, E. P. (2023). Narrativas e saberes indígenas no Ensino de Química: Contextos para propostas de sequências didáticas. *Revista Debates em Ensino de Química*, 9(4), 41–56. <https://doi.org/10.53003/redequim.v9i4.5156>

- Silva, E. A., & Ferreira, K. C. (2022). A prática de ensino de Ciências e Química na educação escolar indígena: Um mapeamento das publicações no Catálogo da Capes. *Linguagem: Estudos e Pesquisas*, 25(1), 15–27. <https://doi.org/10.5216/lep.v25i1.71624>
- Silva, M. A. M., Falcão, S. A., Silva, S. M., & Regiani, M. A. A. (2016). Tecelagem Huni Kuin e o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 38(3), 200–207. https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_3/QNEsc_38-3_completa.pdf
- Silveira, K. P., & Mortimer, E. F. (2012). Tradição Maxakali e conhecimento científico: Diferentes perspectivas para o conceito de transformação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(3), 9–34. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4206>
- Vanuchi, C. F. V., & Braibante, M. E. F. (2021). O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: Uma possibilidade para o Ensino de Química articulado com a Lei 11.645/2008. *Revista Debates em Ensino de Química*, 7(2), 54–74. <https://doi.org/10.53003/redequim.v7i2.4207>
- Vanuchi, V., & Raupp, D. (2022). Revisão sistemática de literatura acerca da abordagem da temática indígena no ensino de Ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 18(40). <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.12719>



REPRESENTAÇÕES (E CONTEXTOS) DE BIODIVERSIDADE NOS DOCUMENTOS CURRICULARES DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL

REPRESENTATIONS (AND CONTEXTS) OF BIODIVERSITY IN CURRICULAR DOCUMENTS IN THE STATE OF BAHIA, BRAZIL

REPRESENTACIONES (Y CONTEXTOS) DE LA BIODIVERSIDAD EN DOCUMENTOS CURRICULARES DEL ESTADO DE BAHIA, BRASIL

Rogério Soares Cordeiro*^{ID}, Fabiane Barreto Souza**^{ID}
Lázaro Araújo Santos***^{ID}, Lilian Boccardo****^{ID}

Cordeiro, R.S., Barreto, F.S., Santos, L.S., & Boccardo, L. (2026). Representações (e contextos) de Biodiversidade nos documentos curriculares do Estado da Bahia, Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e-21905 <https://doi.org/10.14483/23464712.21905>

Resumen

La enseñanza de Ciencias y Biología ha experimentado diversos cambios políticos y educativos, culminando con la aprobación de la Base Curricular Nacional Común (BNCC), a la que debían adherirse estados y municipios. La megadiversidad de Brasil tiene el potencial de ser explorada de manera integrada en los distintos niveles y etapas de la educación. Sin embargo, se abordan pocos aspectos de la diversidad biológica. Esta investigación tuvo como objetivo analizar los contextos del término Biodiversidad en documentos curriculares del Estado de Bahía tras la implementación de la BNCC. Metodológicamente, se estructura como un estudio cualitativo y documental, realizado mediante el análisis de Bardin, que propone análisis por categorías. Así, con base en referencias bibliográficas, dividimos el concepto de Biodiversidad en "Ecológica", "Social", "Evolutiva" y "Genética". Los resultados indican una prevalencia de la categoría "Ecológica", que se centra en la preservación de los ecosistemas y la diversidad de especies. El aspecto social resaltó la relación con las comunidades locales, reflejando el potencial

* Doutor em Biotecnologia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Brasil. rogerio.cordeiro@ifsp.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0682-3182>

** Doutora em Ecologia e Biomonitoramento. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano). Brasil. Fabiane-barreto@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4110-081X>

*** Mestre em Educação Científica e Formação de Professores. SEE-Bahia. Brasil. Lazaro15@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2737-9458>

**** Doutora em Ciências Biológicas – Zoologia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Brasil. lboccardo@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1911-1889>

sociohistórico, cultural y etnográfico del estado de Bahía. Los aspectos evolutivo y genético se mencionaron escasamente, reforzando posturas sesgadas y erróneas sobre los orígenes de la biodiversidad. Recomendamos la creación de materiales educativos para enriquecer la comprensión de los estudiantes sobre la complejidad de la vida en la Tierra, contribuyendo así a una educación científica más completa. Sugerimos abordar la biodiversidad como un tema transversal y contemporáneo, integrando todas sus dimensiones en el currículo de Bahía.

Palabras Clave: educación en ciencias; BNCC; directrices educativas; diversidad biológica

Abstract

The teaching of Science and Biology has undergone several political and educational changes, culminating in the approval of the National Common Curriculum Base (BNCC), which states and municipalities had to comply with. Brazil's megadiversity has the potential to be explored in an integrated way across the various levels and stages of education. However, few aspects of biological diversity are addressed. This research aimed to analyze the contexts of the term Biodiversity in curricular documents in the State of Bahia after the implementation of the BNCC. Methodologically, it is structured as a qualitative and documentary study, conducted using Bardin's analysis, which proposes analyses in categories. Thus, based on bibliographic references, we divided the concept of Biodiversity into "Ecological", "Social", "Evolutionary", and "Genetic". The results indicate a prevalence of the "Ecological" category, focusing on the preservation of ecosystems and species diversity. The "Social" aspect highlighted the relationship with local communities, reflecting the socio-historical-cultural-ethnographic potential of the state of Bahia. The "Evolutionary" and "Genetic" aspects were mentioned little, reinforcing biased and misguided positions regarding the origins of biodiversity. We recommend the creation of educational materials to enrich students' understanding of the complexity of life on Earth, contributing to a more complete science education. We suggest treating biodiversity as a cross-cutting contemporary theme, addressing all dimensions in the Bahia curriculum.

Keywords: science education; BNCC; educational guidelines; biological diversity

Resumo

O ensino de Ciências e Biologia passou por diversas mudanças político-educacionais culminando na homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de modo que estados e municípios tiveram de atender a esta diretriz. A megadiversidade brasileira tem potencial para ser explorada de forma integrada nos diversos níveis e etapas de escolarização. No entanto, poucos aspectos da Diversidade Biológica são abordados. Esta pesquisa teve por objetivo analisar os contextos do termo Biodiversidade nos documentos curriculares no Estado da Bahia após a implementação da BNCC. Metodologicamente, está estruturado como um estudo qualitativo e documental, conduzido a partir da análise de Bardin, que propõe análises em categorias. Assim, a partir de referencial bibliográfico dividimos o conceito de Biodiversidade em "Ecológica", "Social", "Evolutiva" e "Genética". Os resultados indicam que houve prevalência da categoria "Ecológica", focando na preservação de ecossistemas e diversidade de espécies. A "Social" destacou a

relação com comunidades locais refletindo a potência sócio-histórico-cultural-etnográfica do estado da Bahia. A "Evolutiva" e a "Genética" foram pouco mencionadas, reforçando posturas tendenciosas e equivocadas no que tange aos fatores de origem da Biodiversidade. Recomendamos a criação de materiais educacionais para enriquecer a compreensão dos alunos sobre a complexidade da vida na Terra, contribuindo para uma educação mais completa em Ciências. Sugerimos tratar a Biodiversidade como Tema Contemporâneo Transversal, abordando todas as dimensões nos currículos da Bahia.

Palavras-Chave: ensino de ciências; BNCC; diretrizes educacionais; diversidade biológica

1. Introducción

O ensino de Ciências e Biologia passou por diferentes contextos político-educacionais, resultantes de mudanças nas leis e documentos orientadores. Desde a década de 1960 (Krasilchik, 2002; Longhini, 2012) até 2020 (Fiuza, Freixo, 2022) essas transformações e reformas culminaram e implicaram, diretamente, o currículo. As modificações passaram, inclusive, pela denominação ou nomenclatura do componente disciplinar. Hoje, o que se denomina como Ciências, para a etapa do Ensino Infantil e Fundamental, e Biologia, para o Ensino Médio, esteve relacionado ao Ensino de Ciências Físicas e Biológicas (Lei Nº 5.692/71) ou em áreas das Ciências que englobam as Ciências Biológicas, as Ciências Naturais e/ou as Ciências Físicas e Biológicas (Longhini, 2012).

Myriam Krasilchik (2000), no referenciado artigo "Reformas e Realidade: o caso do ensino de ciências", propõe uma cronologia entre os anos de 1950 e 2000 evidenciando que as modificações no currículo são decorrentes de fatores políticos, econômicos e sociais. Estas, por sua vez, retroalimentam as políticas educacionais. No que concerne aos aspectos legais, as principais mudanças decorreram das Leis de Diretrizes e Bases (LDB) vigentes nas décadas de 1960 (Lei Nº 4.024/61) e 1970 (Lei Nº 5.692/71). Em 1980 ocorreram mudanças na LDB de 1971 decorrentes da Lei 7.044/82. No final da década de 1990 foi homologada a Lei Nº 9.394/96 (Krasilchik, 2000; 2208; Longhini, 2012), modificada pela Lei Nº 13.415/2017 (Fiuza & Freixo, 2022) com vigência até os dias atuais. A LDB em pauta indica a necessidade de criação de um currículo como base nacional, como consta no Artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96:

[...] os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ter *base nacional comum*, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (Brasil, 1996, grifo nosso).

Paralelamente às publicações de ordem legal, surgem os documentos orientadores com vieses e abordagens mais pedagógicas, ou seja, aqueles que se debruçam na tentativa e esforço de aproximar os conceitos e conteúdos, da atividade e rotina docente. Os investimentos iniciais, ainda que tímidos, datam da década de 1970, com a proposição dos chamados "kits" e das coleções de "Iniciação à Ciência" (Gouveia, 1992 & Marandino, Selles, Ferreira, 2009), período que pode ser demarcado pela grande ênfase na experimentação e na vivência do método científico (Longhini, 2012), além de alterações do currículo com tendências mais tecnicistas (Delizoicov, Angotti, 2000 & Krasilchik, 2008).

Na década de 1980 o Brasil passa por um momento de redemocratização, crise econômica e massificação do ensino (Krasilchik, 2000; 2008). Em Ciências e Biologia há uma tendência no aumento de propostas educativas fundamentadas pelas teorias cognitivistas (Krasilchik, 2008), reiterando a ideia de que os alunos não deveriam ser receptores passivos na construção do conhecimento (Nascimento,

Fernandes, Mendonça, 2010), com inclinações para “didática da resolução de problemas” (Longhini, 2012). O Ministério de Educação e Cultura (MEC) promoveu os programas “Integração da universidade com o ensino de 1º grau” e “Educação para a Ciência”, sendo que o segundo, de forma geral, tencionou a melhora qualitativa do ensino dos componentes (Fracalanza, 2009). Além disso, “mais um objetivo foi incorporado ao currículo do ensino de Ciências no Brasil: permitir que os alunos discutissem as implicações sociais do desenvolvimento científico” (Longhini, 2012, p. 65). Neste contexto são valorizadas as vivências dos estudantes, suas concepções prévias, formação crítica para cidadania, consciência e participação social, a partir de temas contextualizados e pautados no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Definitivamente, a década de 1990 abarca o maior quantitativo de publicações, que podem ser exemplificadas com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), com a proposição, a partir daí, das disciplinas ou componentes curriculares reunidos em áreas de conhecimento, sendo que Ciências e Biologia passam a integrar a área de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”. A primeira edição dos PCN foi voltada à etapa da educação infantil (Brasil, 1997), mas no ano seguinte são contempladas as séries (hoje anos) finais do Ensino Fundamental (Brasil, 1998) e, por fim, para contemplar a última etapa da educação básica, são publicadas as versões para o Ensino Médio - PCNEM (Brasil, 1999). Para todas as versões dos PCN houve, complementarmente, a proposição dos Temas Transversais. A ideia era de que o currículo convencional não contemplava discussões e valores para o pleno exercício da cidadania.

Na primeira década dos anos 2000 fica explícito certo distanciamento da primeira versão dos PCN para etapa do Ensino Médio. O documento não conseguiu ‘dialogar’ com docentes em suas práticas e demandas, o que implicou a produção de uma nova versão – os PCN+ (Brasil, 2002). Mais tarde foram publicadas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006). Os PCN+, propostos como orientações complementares aos PCNEM, sugerem seis temas estruturadores para o ensino de Biologia:

1. interação entre os seres vivos;
2. qualidade de vida das populações humanas;
3. identidade dos seres vivos;
4. diversidade da vida;
5. transmissão da vida, ética e manipulação gênica;
6. origem e evolução da vida (Brasil, 2006, p. 21).

A década de 2010 é marcada por discussões enredadas por abordagens sobre Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), ou ainda, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS&A) sempre com um olhar para o contexto no qual o estudante está inserido, bem como para autonomia na construção do conhecimento científico (Longhini, 2012) ou alfabetização científica.

Como situado em outros momentos deste texto, todo este período é atravessado pelas discussões acerca da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, que tem culminância na homologação no documento no ano de 2018. A partir da validação, os estados brasileiros passam a cumprir prazos para discussão e proposição de seus documentos curriculares. É nesse contexto que surgem, no estado da Bahia, dois documentos: i) “Documento Curricular Referencial da Bahia: para educação infantil e ensino fundamental – volume 1” (Bahia, 2020); e ii) “Documento Orientador – ano letivo 2022 – Novo Ensino Médio de Tempo Parcial (Bahia, 2022)”.

Desde os PCN até a BNCC, passou a ser recorrente o ensino para promoção ou desenvolvimento das competências e habilidades. Embora as definições não sejam consensuais, entende-se por competência e por habilidade:

[...] competências são, de forma geral, ações e operações de inteligência, as quais usamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas. As habilidades são decorrentes das competências adquiridas e confluem para o *saber fazer*. Essas habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se por meio das ações desenvolvidas, possibilitando nova reorganização das competências (Krasilchik, 2008, p. 20, grifo nosso).

Dessa forma, para promover um ensino de Ciências e Biologia pautado na promoção das competências e habilidades, um dos princípios pode ser a escolha exitosa de temas integradores, a sugestão aqui proposta é a Biodiversidade. O Brasil é um país megadiverso, ou seja, rico em diversidade biológica, mas o tema não está presente nas salas de aula (Brasil, 2006). A BNCC, no que tange ao tema, descreve na unidade temática voltada ao Ensino Fundamental “Vida e Evolução” “a importância da preservação da biodiversidade e como ela se distribui nos principais ecossistemas brasileiros” (Brasil, 2018, p. 328). Adiante, na página 329, relaciona tal temática à sustentabilidade e aos aspectos socioambientais. Por fim, as duas últimas citações do termo ocorrem no currículo do nono ano. A “preservação da biodiversidade” (Brasil, 2018, p. 350) está entre os objetos de conhecimento da habilidade 12:

(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da *biodiversidade* e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados (Brasil, 2018, p. 350, grifo nosso).

Ainda na BNCC, quando se refere à temática Biodiversidade voltada ao Ensino Médio, o termo é encontrado no contexto da segunda competência específica, assim descrito: “[...] podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; *biodiversidade*; origem e extinção de espécies [...]” (Brasil, 2018, p. 556, grifo nosso). E, por fim, em duas habilidades:

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da *biodiversidade*, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (Brasil, 2018, p. 556, grifo nosso).

Considerando os dois excertos supracitados, extraídos da Base Nacional Comum Curricular, tanto para a etapa do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, nossa hipótese é de que ocorra a prevalência do aspecto “Ecológico” para abordagens da Biodiversidade. Ademais, e dialogando ainda com os excertos, a BNCC traz a temática em contextos que extrapolam as Ciências e Biologia, ou seja, cotejam com a cultura, as ciências sociais e econômicas.

Ante o exposto, esta pesquisa teve por objetivo analisar as possíveis representações e contextos do tema Biodiversidade nos documentos curriculares para Ciências e Biologia no estado da Bahia, Brasil. A fim de responder à seguinte pergunta – no currículo baiano há prevalência do âmbito biológico ou orgânico de Biodiversidade? Ou aprofunda e atravessa em contextos genéticos; evolutivos, portanto filogenéticos; e da sociobiodiversidade?

A Base Nacional Comum Curricular e os Documentos Curriculares do estado da Bahia

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passou a ser uma demanda da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e uma agenda do Plano Nacional de Educação (PNE). É a partir de 2014, dentro do Plano Nacional de Educação (2014-2024), que debates acerca deste documento são retomados, quando o Ministério da Educação (MEC) discute sobre direitos de aprendizagem para a Educação Básica (Peroni, Caetano, Arelaro, 2019).

A primeira versão, com participação acadêmica e por meio de consultas públicas na *internet*, é divulgada em setembro de 2015 (Brasil, 2015) e se torna objeto de discussões até março de 2016, ano em que foi divulgada uma segunda versão, disponibilizada, inclusive, para discussões junto à União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) e pelo Conselho Nacional de Secretários da Educação (Consed), ao ponto de ter sido construído um Comitê Gestor do MEC para receber sugestões de seminários (Brasil, 2016). Essas duas primeiras versões continham diretrizes para todas as etapas da educação básica, sendo, portanto, completas (Peccinini; Andrade, 2018).

Em 2017, o CNE, por meio de audiência nas cinco regiões do Brasil e com participação de entidades, professores e interessados, aprova a terceira versão (Brasil, 2017 & Peroni, Caetano, Arelaro, 2019), sem definições para o Ensino Médio. Em dezembro de 2017 surge a quarta versão parcial, contendo as diretrizes para Educação Infantil e Ensino Fundamental, aprovadas pelo CNE e homologadas pelo ministro da educação Mendonça Filho (Brasil, 2017b). Finalmente, em 2018, é publicada a versão final – Educação é a Base (Brasil, 2018).

Enquanto processo histórico há que se destacar que a BNCC não foi consensuada, não foi pactuada e, portanto, apresenta vários questionamentos acerca de sua legitimidade. Há quem questione que a BNCC, de forma disfarçada, seria um meio de regulação e controle do currículo (Dourado; Siqueira, 2019); ou quem não aprove os sujeitos e interesses na sua elaboração (Novais, Nunes, 2018 & Peroni, Caetano, Arelaro, 2019); quem discorra as implicações na autonomia do projeto político pedagógico das escolas (Cândido, Gentilini, 2017), dentre outros aspectos (Junior et al., 2017; Maciel et al., 2017; Bortolanza, Goulart, Cabral, 2018; Guimarães, 2007; Bôas, Conti, 2018; Peccinini, Andrade, 2018; Cunha, 2019 & Furtado, Costa, 2020).

A despeito de aceitação, a base está aprovada e homologada. Enquanto política de governo ela é normativa e implica um esforço das redes de ensino, no âmbito público ou privado, de repensar suas propostas pedagógicas:

a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento (Brasil, 2018, p. 7).

De acordo com a Base, “a aprendizagem de qualidade é uma *meta* que o País deve perseguir incansavelmente, e a BNCC é uma peça central nessa direção” (Brasil, 2018, p. 5, grifo nosso). O destaque no excerto dialoga com outros objetivos do documento: “(...) além dos currículos, influenciará a formação inicial e continuada dos educadores, a produção de materiais didáticos, as *matrizes de avaliações e os exames nacionais*, que serão revistos à luz do texto homologado da Base” (Brasil, 2018, p. 5, grifo nosso). Este documento é a espinha dorsal da reforma da educação e, a partir de sua homologação, as escolas têm até o ano de 2020 como prazo para adaptação dos currículos às novas diretrizes (Cordeiro, Morini, 2020).

Cumprindo, a rigor, a Secretaria da Educação do Estado da Bahia (SEC), a União Nacional dos Dirigentes Municipais da Educação (Undime), Universidades e Institutos Federais, além de outras parcerias, inicia em 2018 e publica em 2020 o “Documento Curricular Referencial da Bahia para a Educação Infantil e Ensino Fundamental”. Assim, atendendo ao prazo e à Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394/1996, e estabeleceu mudanças na estrutura do Ensino Médio no país, a SEC publica “Documento Orientador – Novo Ensino Médio de Tempo Parcial”. Os documentos, tanto para Ensino Infantil, Fundamental e Médio, visam cumprir as normatizações previstas na BNCC, além de, a partir de um olhar pedagógico, mais delineado para a realidade do território baiano, garantir o desenvolvimento das competências e habilidades previstas.

A Biodiversidade como conceito integrador e suas representações

Biodiversidade, como outros tantos jargões científicos, é um termo formado por dois epítetos *bio*: vida e *diversidade*: variedade. É evidente que essa terminologia se refere as mais multifacetadas formas de seres vivos existentes no planeta. No entanto, por mais familiar que possa parecer, o termo foi empregado, pela primeira vez, muito recentemente por Edward O. Wilson, em 1988, durante um evento internacional voltado à proteção da natureza (Franco, 2013).

Desde então vem ocorrendo um intercâmbio, sobretudo na comunidade científica, entre a terminologia Diversidade Biológica e Biodiversidade, sendo utilizadas, no geral, e especificamente nesse trabalho, como sinônimos (Kawasaki, Oliveira, 2003). Nesse sentido, cabe apontar a notoriedade que o termo e as nuances envolvendo a Biodiversidade têm tomado nas últimas décadas, sendo o principal propulsor dessa ascensão midiática, o aumento na preocupação de proteger e conservar as formas de vida do planeta. Conseqüentemente a esse protagonismo, o conceito em questão adquiriu uma vasta polissemia.

Nesse sentido, áreas relacionadas à economia, política, ciências sociais e biomédicas, também se apropriaram do termo, dando inúmeras definições, algumas mais abrangentes outras restritivas. Contudo, mesmo dentro das Ciências Biológicas, há uma miríade de conceituações criadas por diferentes teóricos para tentar descrever o que vem a ser essa diversidade de seres vivos (Quadro 1).

Para o fundo mundial da vida selvagem (WWF) a Biodiversidade é a riqueza da vida na Terra, os milhões de plantas, animais e microrganismos, os genes que eles contêm e os intrincados ecossistemas que eles ajudam a construir no meio ambiente (WWF, 1989).

Alguns anos depois em 1992, Wilson descreve a Diversidade Biológica como sendo a variedade de organismos considerada em todos os níveis, desde variações genéticas pertencentes a mesma espécie até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e outros níveis taxonômicos superiores. Inclui variedade de ecossistemas, que abrange tanto comunidades de organismos em um ou mais habitats quanto às condições físicas sob quais elas vivem (Wilson, 1992, p. 412).

O Brasil, nesse mesmo ano, adota como definição de Biodiversidade, uma vez que foi um dos países signatários, ao que ficou acertado na convenção da Diversidade Biológica. Para as nações participantes desse evento, ficou acordado que a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécie, entre espécie e de ecossistemas (Brasil, 1992. CDB, Art. 02).

Mais recentemente os pesquisadores (Metzger; Casatti, 2006, p. 2) definiram a biodiversidade como “Toda a diversidade de organismos que vivem num espaço, incluindo a diversidade genética, a complexidade ecológica do ambiente físico e a variedade das interações bióticas e toda a gama de processos biológicos”. A fim de organizar as diversas definições, foi proposta uma compilação (Quadro 1).

Quadro 1

Nível, descrições e referencial: concepções complementares sobre Biodiversidade

Nível	Descrição	Referencial
Ecológico	Engloba as definições que enfocam os ecossistemas, micro e macro escalam da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e seus componentes.	WWF, 1989; Wilson, 1997; Brasil, 1992; Dias, 1996; Lêveque, 1999 & Metzger e Casatti, 2006.
Genético	Considera todo e qualquer tipo de variação, no nível de genes e cromossomos, que ocorre entre espécies diferentes ou na mesma espécie.	Wilson 1997; Albagli, 1998; Lêveque, 1999 & Purvis, Hector, 2000.
Evolutivo	Refere-se à Biodiversidade ao longo do tempo, processos e padrões selecionados pela natureza mediante melhor adaptabilidade. Sistemática filogenética.	Martinez, 2002; Maclaurin, Sterelny, 2008; Orozco, 2017 & Cordeiro, Morini, 2023.

Social	Envolve conceitos que enfatizam aspectos culturais, poéticos, etnográficos, históricos.	Ferreira, 2004 & Barzano, Melo, 2019.
--------	---	---------------------------------------

Fonte: Autores, 2024.

Adicionalmente, Orozco Marín (2016) propôs atributos, níveis de organização e âmbitos de explicação para Biodiversidade. No que tange os atributos, considera a composição, estrutura e função. Quanto aos níveis de organização separa em genético, espécies e ecossistemas. Por fim, os âmbitos de explicação, seriam evolutivo, biológico-ecológico, conservacionista e cultural-político-econômico.

Frente a essa considerável quantidade de definições, é passível inferir a relevância que o conceito possui. Tal importância está atrelada desde o sucesso da implementação de políticas públicas conservacionistas até a formação de cidadãos sabedores dos impactos de suas ações no âmbito ecológico. Assim, é evidente o papel da educação básica, uma vez que é nesse período que o indivíduo começa a criar sua concepção de mundo, a refletir sobre o meio que o cerca (Santos, Cordeiro, 2023) e a formar alicerces cognitivos que irão basilar eventuais constructos teóricos futuros (Soarez, Mauer, Kortmann, 2013).

Entendendo a importância que o ambiente educacional possui para que as ações conservacionistas se efetivem de maneira bem-sucedida, tanto no curto quanto a longo prazo, é uma medida unânime em todos os acordos, encontros e convenções nacionais ou internacionais, a abordagem de temáticas associadas à Biodiversidade em toda a educação básica (Borges, Oliveira, Müller, 2022). O que pode ser evidenciado pela presença do tema nos diversos documentos orientadores para Educação Básica, seja nos Temas Transversais que constam nos Parâmetros Curriculares Nacionais para Educação Infantil (Brasil, 1997), Ensino Fundamental (Brasil, 1998) e Ensino Médio (Brasil, 1999; 2002) ou nos eixos estruturantes para o ensino de Biologia que constam nas Orientações Curriculares (Brasil, 2006), ou ainda, na BNCC (Brasil, 2018). As produções acadêmicas também denotam a relevância do tema na educação básica e no ensino de Ciências e Biologia, ao analisar as tendências e desafios do tema nas experiências pedagógicas (Orozco, 2017), estabelecendo relações com a sustentabilidade (Fonseca, 2007) e conservação (Barbosa et al., 2019), em curso de formação continuada para professores (Nascimento, Motokane, 2023).

Há publicações que associam a Biodiversidade com abordagens mais diretas, como é o caso do ensino de biotecnologia (Alves, Costa, 2020), biomas (Borges, Ferreira, 2018), botânica (Silva; Ghilardi-Lopes, 2014) tendo em vista a educação científica (Ursi, 2018), de zoologia geral (Screnci-Ribeiro, Castro, 2013; Nascimento et al., 2021) ou, mais especificamente, utilizando formigas (Cordeiro, Wuo, Morini, 2010) e aves (Borges, 2008). E produções com recomendações exitosas para abordagem da temática Biodiversidade (Almeida, Franzolin, 2021), incluindo aspectos decoloniais (Barzano, Melo, 2019) e, até mesmo, reflexivos (Santos, Cordeiro, 2023). Entretanto, quando são buscadas referências do tema Biodiversidade dentro dos documentos parametrizadores da educação básica nacional, poucas produções são encontradas, sobretudo quando se considera o contexto atual da BNCC (Fiuza, Freixo, 2022).

2. Metodología

Esta pesquisa tem natureza qualitativa e é do tipo documental. Qualitativa porque envolve a obtenção de informações por meio do contato direto do pesquisador com a situação estudada, com enfoque na compreensão (Bogdan, Biklen, 2010) dos documentos como fonte potente de informações (Lüdke; André, 2015).

Assim, a pesquisa seguiu às seguintes etapas:

- a) Busca e *download*, na *internet*, dos materiais a serem explorados, a saber: i) Documento Curricular Referencial da Bahia: para educação infantil e ensino fundamental – volume 1 (Bahia, 2020); e ii) Documento Orientador – ano letivo 2022 – Novo Ensino Médio de Tempo Parcial (Bahia, 2022);
- b) Delimitação, com os descritores de busca “Biodiversidade” e “Diversidade Biológica” em cada documento citado no item anterior, bem como anotação do contexto de ocorrência;
- c) Categorização das diferentes conceituações de Biodiversidade ou Diversidade Biológica, encontradas nos referenciais teóricos (Quadro 1);
- d) Comparação das contextualizações de Biodiversidade encontradas nos documentos com as categorias codificadas (Quadro 2); e
- e) Discussão a partir da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016).

Quadro 2

Nível, descrições e referencial: concepções complementares sobre Biodiversidade

Nível	Descrição	Codificação
Ecológico	Enfocam os ecossistemas, micro e macro escalas da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e seus componentes.	Eco
Genético	Considera todo e qualquer tipo de variação, no nível de genes e cromossomos, que ocorre entre espécies diferentes ou na mesma espécie.	Gen
Evolutivo	Refere-se à Biodiversidade ao longo do tempo, processos e padrões selecionados pela natureza mediante melhor adaptabilidade.	Evo
Social	Envolve conceitos que enfatizam aspectos culturais, poéticos, etnográficos, históricos.	Soc

Fonte: Autores, 2024.

3. Resultados e Discussão

A partir dos descritores “Biodiversidade” e “Diversidade Biológica” foram feitas buscas no “Documento Curricular Referencial da Bahia: para educação infantil e ensino fundamental – volume 1” (Bahia, 2020). Os resultados indicaram três ocorrências para “Biodiversidade” e apenas uma ocorrência para o descritor “Diversidade Biológica”. No que concerne ao documento direcionado à etapa do Ensino Médio, a saber “Documento Orientador – ano letivo 2022 – Novo Ensino Médio de Tempo Parcial” (Bahia, 2022), foi encontrada apenas uma citação, obtida com o descritor “Biodiversidade” (Quadro 3).

Quadro 3

Excerto sobre Biodiversidade e Diversidade Biológica encontrados nos documentos curriculares do estado da Bahia (n= número de excertos)

Descritor	N	Exemplos	Níveis de Organização
ETAPA DO ENSINO FUNDAMENTAL			
Biodiversidade	1	Diante do atual cenário global, em que a preocupação com as mudanças climáticas, a degradação da natureza, a redução da biodiversidade ¹ , os riscos socioambientais locais e globais, as necessidades planetárias evidenciam-se na prática social ⁴ , cabe às unidades escolares incluir os princípios da Educação Ambiental de forma integrada aos objetos de conhecimentos obrigatórios, como forma de intervenção ampla e fundamentada para o exercício pleno da cidadania ⁴ , conforme destacado nas Leis de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/1996) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental, estabelecidas pela Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (Bahia, 2020, p. 84).	Ecológico (1) e Social (4)
	2	A unidade temática Vida e evolução propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades, e à vida como fenômeno natural ¹ , ² e ³ e social ⁴ , destacando-se as interações dos seres vivos entre si e com os fatores abióticos do ambiente ¹ . Aborda-se, ainda, a importância da preservação da biodiversidade e como ela se distribui nos principais ecossistemas brasileiros ¹ . Outro foco é a percepção de que o corpo humano é um todo dinâmico e articulado, e que a manutenção e o funcionamento harmonioso desse conjunto dependem da integração entre as funções específicas desempenhadas pelos diferentes sistemas que o compõem, abrindo espaço para discutir o que é preciso para promover a saúde individual e coletiva, inclusive no âmbito das políticas públicas ⁴ (Bahia, 2020, p. 380).	Ecológico, Genético e Evolutivo.
	3	Preservação da Biodiversidade: (EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais) ¹ , as populações humanas e as atividades a eles relacionadas ⁴ (Bahia, 2020, p. 399).	Ecológico e social
Diversidade Biológica	4	Ideias Evolucionistas: (EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica ³ (Bahia, 2020, p. 399).	Evolutivo
ETAPA DO ENSINO MÉDIO			
Biodiversidade	5	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade ¹ , considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta ⁴ (Bahia, 2022, p. 70).	Ecológico e Social

Embora o presente artigo não tenha como objetivo quantificar os descritores nos documentos, ainda assim, os resultados culminaram na prevalência, em ordem quantitativa, dos seguintes níveis de organização da Biodiversidade: ecológico, social, evolutivo e, por fim, com menor incidência, genético. Diante dessas análises preliminares de categorização, oriundas do referencial teórico presente no Quadro 1 e categorizado no Quadro 2, serão discutidos, separadamente, estes resultados.

O nível de maior ocorrência foi o “Ecológico”. Para a etapa do Ensino Fundamental, os trechos “Diante do atual cenário global, em que a preocupação com as mudanças climáticas, a degradação da natureza, a redução da biodiversidade”, “A unidade temática ‘Vida e evolução’ propõe o estudo de

questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades, e à vida como fenômeno natural”, “preservação da biodiversidade e como ela se distribui nos principais ecossistemas brasileiros”, “Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais)”. E, para a etapa do Ensino Médio, o trecho “Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade”. O nível “Ecológico” de organização da Biodiversidade engloba as definições que enfocam os ecossistemas, micro e macro escalas da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e seus componentes e tem endosso em autores clássicos (WWF, 1989; Brasil, 1992; Dias, 1996; Wilson, 1997; Lêveque, 1999 & Metzger, Casatti, 2006).

O termo "biodiversidade" é mais abordado em sua dimensão ecológica sendo principalmente associado ao que se refere à diversidade de espécies em um ecossistema. Essa abordagem restrita negligencia outras dimensões igualmente importantes da diversidade biológica. A biodiversidade transcende a mera contagem de espécies, abrangendo também a diversidade genética dentro dessas espécies e a variedade de ecossistemas que sustentam a vida na Terra. Focar exclusivamente na diversidade nos seus aspectos ecológicos pode levar a uma compreensão incompleta da complexidade e da interconexão dos sistemas naturais, ignorando as contribuições fundamentais da diversidade genética para a adaptação das espécies e a resistência a doenças, bem como a importância dos diferentes tipos de ecossistemas para a estabilidade ecológica. Portanto, é crucial considerar todas as dimensões da biodiversidade para uma compreensão completa e holística da vida em nosso planeta e para orientar esforços eficazes de conservação.

A segunda categoria de maior recorrência nos documentos parametrizadores dos currículos de Ciências e Biologia no estado da Bahia foi “Social” e, no Ensino Fundamental, corresponde aos trechos “os riscos socioambientais locais e globais, as necessidades planetárias evidenciam-se na prática social”, “cabe às unidades escolares incluir os princípios da Educação Ambiental de forma integrada aos objetos de conhecimentos obrigatórios, como forma de intervenção ampla e fundamentada para o exercício pleno da cidadania”, “e social”, “Outro foco é a percepção de que o corpo humano é um todo dinâmico e articulado, e que a manutenção e o funcionamento harmonioso desse conjunto dependem da integração entre as funções específicas desempenhadas pelos diferentes sistemas que o compõem, abrindo espaço para discutir o que é preciso para promover a saúde individual e coletiva, inclusive no âmbito das políticas públicas”, “as populações humanas e as atividades a eles relacionadas”. Para o Ensino Médio, unicamente o trecho “considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta”. Aspectos endossados por diversos pesquisadores (Ferreira, 2004 & Barzano, Melo, 2019).

Diante dos resultados obtidos para categoria de representação “Social” do termo Biodiversidade, pode-se afirmar que há uma significativa presença nos documentos parametrizadores do estado da Bahia. A Bahia pode ser considerada o ‘berço do Brasil’, basta acessar um livro didático de história geral para Educação Infantil e, precocemente, é percebida a relevância do estado e suas multifacetadas possibilidades. As representações na categoria “Social” trazem uma amostra, ainda que ‘aperitiva’, sobre a potência sócio-histórico-cultural-etnográfica deste estado.

Dentro do contexto Social, as comunidades tradicionais desempenham um papel fundamental na preservação da rica biodiversidade da Bahia. Segundo dados do Censo de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população indígena da Bahia é a segunda maior do Brasil, atrás apenas do estado do Amazonas. Essas comunidades têm vivido em harmonia com a natureza por gerações, mantendo práticas sustentáveis de uso da terra, conservando espécies nativas e transmitindo conhecimentos ancestrais sobre plantas medicinais e técnicas de manejo. Além disso, têm sido defensoras incansáveis dos direitos territoriais, combatendo a invasão e a degradação de seus territórios

por atividades predatórias. A preservação da biodiversidade da Bahia está intrinsecamente ligada à preservação dessas comunidades e à promoção de políticas que reconheçam e valorizem suas contribuições inestimáveis para a conservação do meio ambiente.

O documento em vigência para normatização dos currículos na educação básica na atualidade é a BNCC, bem como os documentos propostos por cada estado e municípios e que são oriundos dela, função exercida anteriormente pelos clássicos PCN. Para Ciências e Biologia, os PCN recomendavam que o ensino de Ciências e Biologia, independente do conteúdo/conceito a ser abordado, deveria ter um eixo ecológico-evolutivo (Brasil, 2006).

Dentre os resultados aqui apresentados, o nível de organização da Biodiversidade denominado de “Evolutivo” foi subrepresentado, restringindo-se às exemplificações voltadas aos anos finais do Ensino Fundamental, negligenciando a etapa final, ou seja, o Ensino Médio. A título de exemplificação, a habilidade 10, traz o trecho “Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica”, como única manifestação explícita, com intencionalidade de abordagem evolutiva. Há, porém, uma segunda citação que, de forma implícita, pode abarcar aspectos evolutivos, o trecho “A unidade temática *Vida e evolução* propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades, e à vida como fenômeno natural”. Não houve menção para o Ensino Médio.

Há aí um reforço da recorrente dualidade entre Darwin e Lamarck, sem, portanto, trazer à baila discussões e/ou promoção de habilidades que levem à reflexão, por exemplo, acerca das fontes de variabilidade genética, como mutações e recombinações gênicas. Ademais, não há articulações com a cladística ou sistemática filogenética (Cordeiro, Morini, 2023), conexão perfeita para analisar o último nível de organização de Biodiversidade – a categoria “Genética”.

Por fim, a categoria “Genética”, com menor representatividade nos documentos curriculares, pós BNCC, no estado da Bahia. Tanto para as etapas do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio não há citação explícita de Biodiversidade ou Diversidade Biológica, associada à gene, DNA, mutação ou a outro termo que remeta a este nível de organização. O trecho “A unidade temática *Vida e evolução* propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades, e à *vida como fenômeno natural*” (Bahia, 2020, p. 380, grifo nosso) carrega, ainda que implicitamente, abordagens genéticas. Considerando o grifo, as questões relacionadas à vida como fenômeno natural estão indissociadas aos aspectos reprodutivos, portanto, de recombinação gênica (permutação e mutação). Complementarmente, mais ainda de forma subjetiva, o trecho “explicar a *diversidade biológica*” (Brasil, 2020, p. 399, grifo nosso) implica na compreensão dos fatores genéticos como fonte de variabilidade.

4. Considerações finais

O objetivo geral do presente estudo foi o de analisar as diferentes representações, níveis, âmbitos e contextos em que são mencionados os descritores “Biodiversidade” e “Diversidade Biológica” nos documentos de referência para currículos que estão em vigência no estado da Bahia, sobretudo após a normatização da BNCC. Ao final das buscas, foram obtidos somente cinco excertos. As buscas foram feitas nos documentos “Documento Curricular Referencial da Bahia: para educação infantil e ensino fundamental – volume 1” (Bahia, 2020) e “Documento Orientador – ano letivo 2022 – Novo Ensino Médio de Tempo Parcial” (Bahia, 2022).

A partir de uma análise qualitativa e conjunta, tanto para a etapa do Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio, os diferentes excertos (ou trechos) foram analisados e previamente categorizados, a partir de referencial teórico balizado, fazendo menção ao termo Biodiversidade/Diversidade Biológica

em quatro níveis, quais sejam prevalentes, em ordem decrescente, “Ecológico”, “Social”, “Evolutivo” e “Genético”.

Foi prevista a prevalência do nível “Ecológico”, uma vez que em abordagens acerca de Biodiversidade são naturalizados os contextos de biofilia, mais ecológicos, com abordagens, inclusive, sobrepostas e não demarcadas acerca dos conceitos de preservação e conservação. Por outro lado, há um avanço do olhar “Social” da Biodiversidade, especialmente em um estado com tantas representações de comunidades tradicionais e locais, como quilombolas e indígenas. Com as informações explicitadas pelo IBGE e o cumprimento das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (Bahia, 2004) e das Leis Nº 10.639/2003 e 11.645/2008, que tornam obrigatórios o ensino da História e Cultura Afro-Brasileira e Africana nas redes de ensino pública e privada de todo o país e faz a inclusão da História e Cultura Indígena, respectivamente, o que se propõe é a produção de materiais paradidáticos e/ou alternativos acerca de experiências exitosas e de ‘como fazer’ sequências de ensino que dialoguem com abordagens decoloniais com ênfase em uma Biodiversidade sociocultural (Cordeiro, Santos, 2022).

Os níveis menos explorados foram “Evolutivo” e “Genético” e estão extremamente imbricados e retroalimentados, ou seja, toda Diversidade Biológica que é “Ecológica”, portanto, tangível e observável, só é passível de manutenção e variabilidade graças aos eventos de adaptação e seleção, e estes culminam de recombinações gênicas e mutação. A baixa ocorrência de abordagens e sugestões didáticas com vieses evolutivos também pode reforçar visões e posturas equivocadas e preconceituosas no que tange à evolução, como a marcha progressiva dos hominídeos e a ideia de que ‘o homem veio do macaco’, no lugar de reforçar a ancestralidade comum, aspecto que pode ser favorecido na perspectiva da sistemática filogenética, com analogias de ‘árvore’, ou seja, cladogramas. Afinal, a Biologia só faz sentido à luz da evolução (Dobzhansky, 1973).

Por fim, propõe-se que um mote integrador como Biodiversidade tenha validade como Tema Contemporâneo Transversal (TCT), presente no eixo “Meio Ambiente” da BNCC e que suas dimensões mereçam isonomia pedagógica nos eixos “Ecológico”, “Social”, “Evolutivo” e “Genético”. Para tanto, sugere-se que sejam feitas publicações, ainda que no formato de cadernos ou volumes complementares aos Documentos Curriculares do estado da Bahia, com exemplificações para essas e outras abordagens. Mormente, os documentos orientadores dizem que ‘tem de fazer e cumprir’, mas raramente exemplificam o ‘como fazer’, e isso pode ser visualizado a partir de coletâneas de experiências exitosas, exploradas em todo o território nacional.

5. Contribuição dos Autores

Autor 1: Conceitualização, Metodologia, Redação – revisão e edição.

Autor 2: Conceitualização, Metodologia, Discussão.

Autor 3: Conceitualização, Pesquisa, Discussão.

Autor 3: Curadoria de dados; Visualização e Supervisão.

Todos os autores: revisão e edição.

6. Declaração das fontes de financiamento

Este estudo não recebeu apoio financeiro de nenhuma instituição ou agência de fomento.

7. Declaração de utilização da inteligência artificial

Os autores declaram que não utilizaram qualquer tipo de recurso de Inteligência Artificial na produção deste artigo.

8. Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses relacionados à publicação deste artigo.

9. Referências

- Albagli, Sarita (1998). Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. *Ci.Inf.*, 27(1), 7-10. <https://www.scielo.br/j/ci/a/5SgMf4M6pgVZJLLTVsajczt/?lang=pt&format=pdf>
- Almeida, Ester Aparecida Ely de & Franzolin, Fernanda. (2021). Recomendações para o ensino de Biodiversidade. *In: Anais do VIII Encontro Nacional de ensino de Biologia*. 10.46943/VIII.ENEPIO.2021.01.488
- Alves, C, L. & Salazar Costa, H. (2020). Ensino de biotecnologia: um panorama de suas abordagens no país da biodiversidade. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, [S. l.], 7(2), 816–835. <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3669>
- Bahia (2020). *Documento curricular referencial da Bahia para educação infantil e ensino fundamental*. Secretaria da Educação do Estado da Bahia, v. 1, Rio de Janeiro: FGV, 484 p.
- Bahia (2022). *Documento orientador: ano letivo 2022 –Novo Ensino Médio de tempo parcial*. Secretaria da Educação do Estado da Bahia, v. 2. Rio de Janeiro: FGV, 87 p.
- Barbosa, L. T., Calderan, A. M. P., Souza, C. C. de, & Guedes, N. M. R. (2019). Conservação da biodiversidade: avaliação da percepção dos alunos do ensino médio. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, 14(1), 362–376. <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2591>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70 LDA.
- Barzano, M. A. L., & Melo, A. C. (2019). Saberes da Biodiversidade: perspectivas decoloniais no currículo do ensino de biologia. *Revista Teias*, 20(59), 191-208. <https://doi.org/10.12957/teias.2019.45302>
- Bôas, S. G. V., & Conti, K. C. (2018). Base Nacional Comum Curricular: um olhar para Estatística e Probabilidade nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Ensino Em Re-Vista*, 25(4), 984–1003. <https://doi.org/10.14393/ER-v25n3e2018-8>
- Bogdan, R., Biklen, S. (2010). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Lisboa: Porto Editora.
- Borges, S. H. (2008). A importância do ensino de pós-graduação na formação de recursos humanos para o estudo da biodiversidade no Brasil: um estudo de caso na ornitologia. *Biota Neotropica*, 8(1), 21-27. <https://www.scielo.br/j/bn/a/87QhFtsqxYbwPvpPP6zF9cy/?lang=pt&format=pdf>
- Borges, P. S., & Ferreira, J. S. (2018). Percepção ambiental dos alunos de Ensino Fundamental sobre a biodiversidade do Cerrado. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, 9(1), 1-18. <https://scholar.archive.org/work/gexigsbqzbdg5gmaeshbysx4e/access/wayback/https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/download/640/564>
- Borges, William Gabriel; Oliveira, Adriano Dias de; Müller, Eliara Solange. (2022). Percepção da biodiversidade: qual a contribuição da educação básica?. *Research, Society and Development*, 11(13), e401111335620-e401111335620 <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35620>
- Bortolanza, A. M. E., Goulart, I. do C. V., & Cabral, G. R. (2018). Diferentes perspectivas de alfabetização a partir da Base Nacional Comum Curricular: concepções e desafios. *Ensino Em Re-Vista*, 25(4), 958–983. <https://doi.org/10.14393/ER-v25n3e2018-7>
- Brasil (1992). Ministério do meio ambiente. *Convenção da diversidade biológica* (CDB). Artigo 2: Utilização de termos para os propósitos desta Convenção, Brasília, 1992. Coração, EDUSC, 1999.
- Brasil (1996). Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.
- Brasil (1997). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais* (PCN). Brasília: MEC/SEF. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>
- Brasil (1998). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais*. Secretaria de Educação Fundamental. –Brasília: MEC/SEF, 436p.
- Brasil (1999). Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Brasília: MEC/Semtec. <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>
- Brasil (1999). Ministério do meio ambiente. *Convenção da diversidade biológica* (CDB). Artigo 2: Utilização de termos para os propósitos desta Convenção, Brasília, 1992.

- Brasil (2002). Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf
- Brasil (2004). Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno. Parecer nº 3, de 10 de março de 2004. Estabelece Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana. Brasília: SECADI/MEC, out.
- Brasil (2006). Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf
- Brasil. (2015). CÂMARA DOS DEPUTADOS. COMISSÃO DE EDUCAÇÃO. Relatório de Atividades. Brasília.
- Brasil. (2011). Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. Parecer nº 5, de 4 de maio de 2011. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 10. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=8016-pceb005-11&category_slug=maio-2011-pdf&Itemid=30192
- Brasil (2009). Conselho Nacional de Educação; Conselho Pleno. Parecer nº 11, de 30 de junho de 2009. Proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de agosto de 2009, Seção 1, p. 11. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1685-pcp011-09-pdf&category_slug=documentos-pdf&Itemid=30192
- Brasil (2008). Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008. Inclui no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-brasileira e Indígena”.
- Brasil (2017b) Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Proposta preliminar; segunda versão revista. Brasília: MEC. <http://www.consed.org.br/download/base-nacional-comum-curricular-2a-versao-revista>
- Brasil (2016). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular: Educação Básica 2ª versão revista. Brasília: MEC. <http://movimentopelabase.org.br/referencias/segunda-versao-base-curricular/>
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base. Brasília: MEC/SEB. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Cândido, Rita de Kássia; Gentilini, João Augusto. (2017). Base Curricular Nacional: reflexões sobre autonomia escolar e o Projeto Político-Pedagógico. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, v. 33, n. 2, p. 323-336 <https://seer.ufrgs.br/rbpaee/article/view/70269>
- Cordeiro, R. S., Wu, M., & Morini, M. S. de C. (2010). Proposta de atividade de campo para o ensino de biodiversidade usando formigas como modelo. *Acta Scientiarum. Education*, 32(2), 247-254. <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v32i2.11036>
- Cordeiro, R. S.; & Morini, M. S. de C.. (2020). BNCC e ENEM: possíveis diálogos. *Revista Brasileira De Política E Administração Da Educação - Periódico científico Editado Pela ANPAE*, 36(3), 889–910. <https://doi.org/10.21573/vol36n32020.103548>
- Cordeiro, R. S.; & Morini, M. S. de C. (2023). Concepções docentes acerca da biodiversidade na perspectiva da sistemática filogenética. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 28(2), 421–438. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n2p421>
- Cordeiro, R. S.; & Santos, L. A. (2022). Abordagem das relações étnico-raciais em metodologia de ensino de Ciências e Biologia: uma atividade para formação inicial docente. *Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio*, 15(nesp.2), 733–750. <https://doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.729>
- Cunha, Érika Virgílio Rodrigues. (2019). Permanecer na luta, para uma democracia radical e plural nas políticas de currículo. *Rev. Educ. Públ.*, v. 28, n. 68, p. 357-377. <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/8394>
- Delizoicov, D.; & Angotti, J. A. P. (2000). Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1990. (Coleção magistério 2º grau. Série formação do professor).

- Dias, B. F. S. (1996). *A implementação da Convenção sobre diversidade biológica no Brasil: desafios e oportunidades.* In: Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. Fundação tropical de pesquisas e tecnologia. Campinas: Fundação André Tosello.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher*, 35, 125-129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- Dourado, Luiz Fernandes; Siqueira, Romilson Martins. (2019). A arte do disfarce: BNCC como gestão e regulação do currículo. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, v. 35, n. 2, p. 291-306. <https://seer.ufrgs.br/rbpa/article/view/vol35n22019.95407>
- Ferreira, Lúcia da Costa. (2004). Dimensões humanas da biodiversidade: mudanças sociais e conflitos em torno de áreas protegidas no Vale do Ribeira, SP, Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, p. 47-66.
- Fiuza, Estefane de Jesus & Freixo, Alessandra Alexandre. (2022). A biodiversidade nos documentos padronizadores do currículo de ciências naturais: concepções e abordagens no ensino fundamental II e médio. *Revista De Educação Da Universidade Federal Do Vale Do São Francisco*, 12(29), 121-148. <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1655>
- Fonseca, Maria de Jesus da Conceição Ferreira. (2007). A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do ensino médio de Belém (PA), Brasil. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 33, n. 01, p. 63-79. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151797022007000100005&lng=pt&nrm=iso
- Fracalanza, H. (2009). Histórias do ensino de biologia no Brasil. In: SELLES, S. E. et. al. (Orgs). *Ensino de biologia: histórias, saberes e práticas formativas.* Uberlândia: EDUFU, p. 25-48.
- Franco, J. L. de A. (2013). O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. *História (São Paulo)*, 32(2), 21-48. <https://doi.org/10.1590/S0101-90742013000200003>
- Furtado, Renan Santos; Costa, Gustavo Henrique Oliveira. (2020). Perspectiva docente sobre as “repercussões” da Base Nacional Comum Curricular na formação de professores de Educação Física. *Revista Cocar*, v. 14, n. 28, p. 681-701.
- Gouveia, M. S. F. (1992). *Cursos de Ciências para professores do 1º grau: elementos para uma política de formação continuada.* Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Unicamp, Campinas, São Paulo, 283p.
- Guimarães, Iara Vieira. (2007). Ensinar e aprender Geografia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Ensino em Re-vista*. v. 25, n. Especial. <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/46456>
- Júnior, J.G.S.L; Andrade, J.E.; Dantas, J.M.; Gomes, L. M. (2017). Uma reflexão sobre o ensino de Astronomia na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular. *Scientia Plena*, v. 13, n. 01, p. 1-9. <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/3341>
- Kawasaki, C. S., & Oliveira, L. D. (2003). Biodiversidade e educação: as concepções de biodiversidade dos formadores de professores de biologia. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Baurú, SP. <https://fep.if.usp.br/~profis%20arquivo/encontros/enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL047.pdf>
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>
- Krasilchik, M. (2008). *Prática de Ensino de Biologia.* São Paulo: Edusp.
- Lévêque, C. (1999). *A biodiversidade.* Bauru, SP: Universidade do Sagrado Coração.
- Longhini, I. M. (2012). Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. *Educação E Fronteiras*, 2(6), p.56-72. Recuperado de <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/1801>
- Ludke, M. & André, M. (1986). Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Em Aberto, 5(31).
- Maciel, Cilene Maria Antunes; Nascimento, Gilvania Conceição; Fernandes, Cleonice Terezinha, Kfour, Samira Favez. (2017). Visão de professores de escola de Cuiabá/MT e Campo Verde/MT sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Rev. Educ. Públ*, v. 26, n. 62/2, p. 657-673. <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/5506>
- Maclaurin, James; Sterelny, Kim. (2008). *What is biodiversity?* University of Chicago Press.
- Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo, SP: Cortez.
- Martínez, J. (2002). *La evolución y la conservación de la biodiversidad.* In: SOLER, M. (Editor) *Evolución la base de la biología.* Proyecto Sur. España, pp. 407-416.
- Metzger, J. P.; Casatti, L. (2006). Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. *Biota Neotropica*, v. 6, n. 2, p. 1-26.

- Nascimento, F.; Fernandes, H. L.; & Mendonça, V. M. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, (39), 225-249.
- Nascimento, L. A. D., & Motokane, M. T. (2023). A recontextualização do discurso sobre biodiversidade em um curso de formação para professores de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 25, e37387. <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240133>
- Nascimento, R. B.; Costa, P. N. da; Oliveira, A. T. de.; Corrêa, R. C., & Calderaro, K. C. L. (2021). A utilização do zoológico CIGS como ferramenta para o ensino da Biodiversidade amazônica. *Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio*, 14(2), 748–758. <https://doi.org/10.46667/renbio.v14i2.592>
- Novais, Gercina Santana; Nunes, Silma do Carmo. (2018). A Base Nacional Comum Curricular: uma estratégia a favor da educação emancipatória das infâncias e redução das desigualdades educacionais? *Ensino em Revista*, v. 25; n. Especial, p. 1056-1086. <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/46457>
- Orozco, Yoner. (2016). *Relação escola - território no ensino do conceito biodiversidade*. O que os alunos de um contexto rural colombiano sabem sobre a biodiversidade que os rodeia? *In: Anais X Simpósio Linguagens e Identidades da/na Amazonia Sul-Occidental*, Rio Branco (AC, Brasil).
- Orozco, Y. A. (2017). O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 173-185. <https://doi.org/10.14483/23464712.11599>
- Piccinini, C. L., & Andrade, M. C. P. de. (2018). O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. *Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio*, 11(2), 34–50. <https://doi.org/10.46667/renbio.v11i2.124>
- Peroni, V. M. V., Caetano, M. R., & Arelaro, L. R. G. (2019). BNCC: disputa pela qualidade ou submissão da educação? *Revista Brasileira De Política E Administração Da Educação - Periódico científico Editado Pela ANPAE*, 35(1), 035–056. <https://doi.org/10.21573/vol1n12019.93094>
- Purvis, Andy & Hector, Andy. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Santos, L. A.; & Cordeiro, R. S. (2023). Ensino de biodiversidade na educação básica: um ensaio à luz da noção de “reflexão docente” proposta por Zeichner. *Revista Macambira*, 7(1), e071007. <https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.877>
- Screnci-Ribeiro, R., & Castro, E. B. de. (2013). O zoológico da ufmt como ferramenta para o ensino da biodiversidade. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 24. <https://doi.org/10.14295/remea.v24i0.3893>
- Silva, Juliana Nascimento; Ghilardi-lobes, Natalia Pirani. (2014). Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 115-136. http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen13/REEC_13_2_1_ex773.pdf
- Soares, A. C., Mauer, M. B., & Kortmann, G. L. (2013). Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades e desafios em Canoas-RS. *Educação, ciência e cultura*, 18(1), 49-61. <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/954>
- Ursi, Suzana; Barbosa, Pércia Paiva; Sano, Paulo Takeo; Berchez, Flávio Augusto de Souza. (2018). Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos avançados*, v. 32, n. 94, p. 07-24.
- Wilson, Edward O.; Frances, M. Peter. (1997). *Biodiversidade*. v. 2. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Wilson E. O. (1992) *The diversity of life* Cambridge, Massachusetts Harvard University Press
- World Wildlife Found (WWF). (1989). *The Importance of Biological Diversity*. WWF: Gland, Switzerland.

ETNOMATEMÁTICA NOS MANGUEZAIS: UM ESTUDO SOBRE O EXTRATIVISMO DE CARANGUEJOS NO SUL DA BAHIA - BRASIL

ETHNOMATHEMATICS IN MANGROVES: A STUDY ON CRAB EXTRACTION IN SOUTHERN BAHIA - BRAZIL

ETNOMATEMÁTICAS EN MANGLARES: UN ESTUDIO SOBRE LA EXTRACCIÓN DE CANGREJOS EN EL SUR DE BAHÍA – BRAZIL

Gracimar Dias Cardoso*^{ID}, Zulma Elizabete de Freitas Madruga**^{ID}

Cardoso, G. D., Madruga, Z. E. F. (2026). Etnomatemática nos manguezais: um estudo sobre o extrativismo de caranguejos no sul da Bahia - Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. 1-12 e23356. <https://doi.org/10.14483/23464712.23356>

Resumen

Este artículo presenta un ensayo teórico, extracto de una tesis defendida en el Programa de Posgrado en Educación Científica y Matemática de la Universidad Estatal de Santa Cruz (Ilhéus, Bahía, Brasil). Parte de la siguiente pregunta: ¿cómo puede la etnomatemática revelar el conocimiento matemático presente en la pesca de cangrejo? El objetivo es identificar y analizar, a la luz de la literatura, la intersección entre la etnomatemática y las prácticas de pesca de cangrejo en las ciudades de Ilhéus, Una y Canavieiras, en el sur de Bahía, Brasil. El estudio se basa en un enfoque cualitativo, teórico-analítico, fundamentado en el análisis documental de producciones académicas y referencias de la zona, a partir del cual se problematiza el conocimiento local vinculado a estas prácticas culturales. En este proceso, se discuten las posibilidades de reconocer y valorar este conocimiento en la educación matemática, considerando su potencial integración en el currículo escolar de manera contextualizada. El análisis demuestra que el conocimiento movilizado en la pesca de cangrejo puede contribuir a la construcción de prácticas pedagógicas más inclusivas, desafiando las perspectivas eurocéntricas de las matemáticas y ampliando el repertorio de referencias culturales en el proceso educativo. En este sentido, el ensayo también señala posibilidades para planificar experiencias educativas en las unidades temáticas de números, álgebra, magnitudes y medidas, y geometría, articulando teoría y práctica. Como desarrollo adicional, indica vías para el desarrollo de propuestas pedagógicas en contextos escolares, así como para profundizar en la investigación en curso, reforzando la relevancia de la etnomatemática para valorar el

* Mestre em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, Brasil
gracy-ilheus@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7474-3865>

** Doutora em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil,
betemadruga@ufrb.edu.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0789-3393>

conocimiento local y ampliar la comprensión de la educación matemática en contextos socioculturales específicos.

Palabras clave: Etnomatemática; Extracción de Cangrejos; Prácticas Culturales; Educación Matemática.

Abstract

This article presents a theoretical essay, an excerpt from a dissertation defended in the Postgraduate Program in Science and Mathematics Education at the State University of Santa Cruz (Ilhéus, Bahia, Brazil). It starts from the following question: how can Ethnomathematics reveal the mathematical knowledge present in crab harvesting? The objective is to identify and analyze, in light of the literature, the intersection between Ethnomathematics and crab harvesting practices in the cities of Ilhéus, Una, and Canavieiras, in southern Bahia, Brazil. The study is based on a qualitative, theoretical-analytical approach, anchored in documentary analysis of academic productions and references in the area, from which the local knowledge linked to these cultural practices is problematized. In this process, possibilities for recognizing and valuing this knowledge in mathematics education are discussed, considering its potential integration into the school curriculum in a contextualized way. The analysis shows that the knowledge mobilized in crab harvesting can contribute to the construction of more inclusive pedagogical practices, by challenging Eurocentric perspectives of mathematics and expanding the repertoire of cultural references in the educational process. In this sense, the essay also points to possibilities for planning educational experiences in the thematic units of numbers, algebra, magnitudes and measurements, and geometry, articulating theory and practice. As a further development, it indicates paths for the development of pedagogical proposals in school contexts, as well as for deepening the ongoing investigation, reinforcing the relevance of Ethnomathematics in valuing local knowledge and broadening understandings about Mathematics Education in specific sociocultural contexts.

Keywords: Ethnomathematics.; Crab Harvesting; Cultural Practices; Mathematics Education.

Resumo

Este artigo apresenta um ensaio teórico, recorte de uma dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus, Bahia, Brasil). Parte-se da seguinte questão: como a Etnomatemática pode revelar os saberes matemáticos presentes no extrativismo de caranguejos? O objetivo consiste em identificar e analisar, à luz da literatura, a interseção entre a Etnomatemática e as práticas de extrativismo de caranguejos nas cidades de Ilhéus, Una e Canavieiras, no sul da Bahia, Brasil. O estudo fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, de caráter teórico-analítico, ancorada em análise documental de produções acadêmicas e referenciais da área, a partir das quais se problematizam os saberes locais vinculados a essas práticas culturais. Nesse movimento, discutem-se possibilidades de reconhecimento e valorização desses saberes no ensino de Matemática, considerando seu potencial integração ao currículo escolar de forma contextualizada. A análise evidencia que os

conhecimentos mobilizados no extrativismo de caranguejos podem contribuir para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, ao tensionar perspectivas eurocêntricas da Matemática e ampliar o repertório de referências culturais no processo educativo. Nesse sentido, o ensaio também aponta possibilidades para o planejamento de experiências educativas nas unidades temáticas de números, álgebra, grandezas e medidas e geometria, articulando teoria e prática. Como desdobramento, indicam-se caminhos para o desenvolvimento de propostas pedagógicas em contextos escolares, bem como para o aprofundamento da investigação em curso, reforçando a relevância da Etnomatemática na valorização de saberes locais e na ampliação das compreensões sobre a Educação Matemática em contextos socioculturais específicos.

Palavras-chave: Etnomatemática; Extrativismo de caranguejos; Práticas culturais; Educação Matemática.

1. Introdução

Segundo o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA 2024 - há cerca de 1,4 milhão de hectares de manguezais no Brasil, que vão do Oiapoque, no Amapá, até Laguna, em Santa Catarina. Esses ecossistemas funcionam como barreiras naturais contra tempestades e eventos climáticos extremos, além de servir como berçários para diversas espécies aquáticas (Brasil, 2024). Nos manguezais do sul da Bahia, em especial nas cidades de Ilhéus, Una e Canavieiras, esses ambientes são de grande importância ecológica e social, sustentando a economia local e as práticas culturais. Nesses espaços, o extrativismo de caranguejos e a pesca artesanal são fundamentais para a subsistência de muitas famílias. Além disso, essas práticas estão intimamente ligadas à transmissão de saberes tradicionais, que, sob a ótica da Etnomatemática, revelam uma forte conexão entre cultura, natureza e matemática aplicada no cotidiano.

Esses ecossistemas costeiros oferecem um ambiente ideal para o desenvolvimento do extrativismo de caranguejos, mas também constituem um espaço onde práticas cotidianas, como a captura, o armazenamento e a comercialização dos crustáceos, são permeadas por cálculos e estratégias logísticas, conforme descrito em estudos sobre essas práticas. Esses saberes envolvem medições de tempo, distâncias, estimativas de peso e volume, e a otimização dos recursos e esforço. No entanto, embora esses conhecimentos empíricos sejam valiosos, muitas vezes não são reconhecidos ou valorizados na educação escolar, perpetuando uma visão eurocêntrica e abstrata da Matemática.

Diante disso, a Etnomatemática, conforme propõe D'Ambrosio (2002), desafia a visão tradicional da matemática ao afirmar que o conhecimento matemático vai além do acadêmico, sendo parte integrante das práticas culturais de diversas comunidades. Essa abordagem evidencia como grupos historicamente marginalizados utilizam conceitos matemáticos sofisticados em suas atividades de subsistência, como a pesca e o artesanato, ampliando o entendimento da matemática acadêmica e valorizando saberes transmitidos entre gerações.

A Etnomatemática propõe uma nova perspectiva, que valoriza e reconhece os saberes locais como legítimos conhecimentos matemáticos. Ela rompe com a visão eurocêntrica dominante na educação, destacando a importância de integrar esses saberes ao ensino formal. Ao analisar práticas como a contagem de caranguejos, a medição do tempo das marés e a estimativa de volumes e pesos para o transporte e venda dos crustáceos, percebe-se a presença de conceitos matemáticos aplicados de maneira contextualizada e funcional. A fundamentação teórica da Etnomatemática, consolidada por D'Ambrosio

(2002), permite uma abordagem pedagógica mais ampla e relevante, que conecta a matemática escolar às vivências dos estudantes e às realidades socioculturais de suas comunidades, oferecendo uma visão mais inclusiva e contextualizada da matemática.

Ilhéus, Una e Canavieiras, localizadas no sul da Bahia, são cidades litorâneas com uma extensa faixa de manguezais, que se destacam pela riqueza de seus estuários e pela importância ecológica, social e econômica. Inseridas no bioma Mata Atlântica, essas regiões sustentam atividades como o extrativismo de caranguejos, uma das principais fontes de subsistência das comunidades locais. Nessas localidades, pescadores e marisqueiras aplicam conhecimentos empíricos sobre os ciclos das marés, a sazonalidade da coleta e as técnicas de manejo dos crustáceos, evidenciando uma relação direta entre cultura e matemática.

Em diálogo com autores da área, esses saberes tradicionais, transmitidos de geração em geração, envolvem cálculos intuitivos para estimar volumes, pesos e para planejar a coleta, comercialização e armazenamento dos caranguejos. O manguezal do Rio Cachoeira, em Ilhéus, Bahia, Brasil, que abrange cerca de 248 hectares (Martins & Couto, 2007), exemplifica, à luz da literatura, como essas práticas culturais e empíricas estão profundamente enraizadas no ambiente natural. No entanto, esse conhecimento, muitas vezes não reconhecido pela educação formal, carrega consigo uma rica aplicação de saberes matemáticos fundamentais no contexto do extrativismo e da pesca artesanal.

Há relevância neste estudo para a Educação Matemática e para a valorização dos saberes locais, pois o estudo aborda a interseção entre Etnomatemática e extrativismo, um campo ainda pouco explorado, especialmente no contexto das práticas culturais de comunidades pesqueiras. O estudo visa reconhecer e integrar os conhecimentos matemáticos utilizados no extrativismo de caranguejos, frequentemente negligenciados pela educação formal, contribuindo para a valorização de saberes tradicionais. Essa abordagem oferece uma alternativa pedagógica que rompe com a visão eurocêntrica da matemática, propondo uma educação mais inclusiva, contextualizada e sensível às realidades socioculturais dos estudantes.

Este artigo configura-se como um ensaio teórico, de abordagem qualitativa, construído a partir de um movimento analítico-interpretativo ancorado na revisão e problematização de produções acadêmicas no campo da Etnomatemática, bem como de estudos e registros que abordam o extrativismo de caranguejos em contextos de manguezais. Não se trata de uma investigação empírica com geração direta de dados em campo; ao contrário, o texto se desenvolve a partir da interpretação de referenciais teóricos e descrições já existentes na literatura, buscando identificar, sistematizar e compreender como determinados saberes matemáticos se manifestam nas práticas culturais dessas comunidades. Nesse sentido, os saberes discutidos ao longo do artigo não são apresentados como resultados de coleta empírica, mas como construções analíticas produzidas no diálogo entre literatura, contexto sociocultural e pressupostos da Etnomatemática.

Diante desse contexto, este ensaio tem como objetivo identificar e analisar a interseção entre a Etnomatemática e as práticas tradicionais de extrativismo de caranguejos nas cidades de Ilhéus, Una e Canavieiras, Bahia, Brasil, buscando responder à questão direcionadora: como a Etnomatemática pode revelar os saberes matemáticos presentes no extrativismo de caranguejos? Tal escolha metodológica se justifica pelo caráter exploratório do estudo e pela ainda incipiente produção acadêmica sobre a temática.

Para isso, o artigo está estruturado em três seções principais. A primeira apresenta as considerações iniciais. A segunda discute as conexões entre a Educação Matemática e a Etnomatemática no contexto do extrativismo de caranguejos. Por fim, a terceira seção aborda a Etnomatemática e os saberes dos manguezais em uma perspectiva teórico-interpretativa, estabelecendo um diálogo com o ensino de

Matemática e indicando possíveis abordagens didáticas para a valorização desses saberes no contexto escolar.

2. Educação Matemática e Etnomatemática: o Extrativismo de Caranguejos como contexto de aprendizagem

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio - 2018 - os manguezais no sul da Bahia, Brasil, não apenas fornecem um habitat para a fauna marinha, mas são um espaço onde as comunidades locais, com suas práticas ancestrais, conseguem perpetuar conhecimentos sobre os ciclos naturais e as dinâmicas de captura dos crustáceos. A história de ocupação humana na região, que remonta a mil anos, e a preservação dos manguezais, contrastando com a presença de resorts e a carcinicultura, revelam uma luta constante entre conservação e desenvolvimento (ICMBio, 2018). A prática do extrativismo de caranguejos, como abordado por Almeida (2012), reflete a importância do conhecimento local e das relações com o ambiente, aspectos que são fundamentais para o entendimento da matemática contextualizada nessas comunidades. Para a autora, os pescadores e extrativistas reconhecem a importância de “conhecer a área em que eles trabalham e a influência da maré nos rios, igarapés e furos que influenciam cada área de manguezal, isto é fundamental para o sucesso de um dia de trabalho do pescador” (Almeida, 2012, p 53).

É a Etnomatemática, enquanto campo de estudo, que investiga as práticas matemáticas desenvolvidas em diferentes contextos culturais, destacando a relação entre o saber matemático e as realidades socioculturais das comunidades. Esse conceito foi primeiramente proposto por Ubiratan D'Ambrosio na década de 1970, com o intuito de reconhecer a diversidade de práticas matemáticas presentes em diferentes grupos culturais, incluindo as comunidades indígenas, quilombolas, de pescadores, entre outros.

Para D'Ambrosio (2002), a Etnomatemática visa não apenas ampliar o entendimento sobre a matemática convencional, mas também valorizar os conhecimentos matemáticos transmitidos por gerações através das práticas cotidianas de subsistência, como o extrativismo, a pesca e a agricultura. Assim, a Etnomatemática revela a matemática como uma prática humana, presente nas atividades diárias de comunidades tradicionais, muitas vezes invisibilizadas pelos currículos formais de educação. Essa invisibilidade dos saberes matemáticos nas práticas culturais pode ser compreendida, em parte, pela hegemonia de uma racionalidade escolar que desconsidera outras formas de produzir conhecimento (Knijnik et al., 2012). Nessa direção, a investigação etnomatemática dedica-se ao estudo de ideias e práticas matemáticas frequentemente marginalizadas ou desconsideradas pelos referenciais dominantes (Gerdes, 2000).

Em estudo recente, Oliveira et al. (2023) concluíram que as obras de D'Ambrosio (2005, 2008, 2011) sobre Etnomatemática “nos proporcionaram uma importante compreensão sobre os saberes das quebradeiras de coco babaçu, permitindo-nos reconhecê-los e valorizá-los como formas legítimas de conhecimento matemático”. Para os autores, esses saberes, por serem compartilhados em contextos culturais que transcendem os limites da escola, revelam-se fundamentais para repensar o ensino e a aprendizagem da matemática em comunidades quilombolas. Oliveira et al (2023) afirmam que se torna evidente que a matemática é uma prática profundamente vinculada às tradições e culturas locais, oferecendo possibilidades enriquecedoras para a educação escolar.

Nesse contexto, a mobilização dos saberes matemáticos, interligados à realidade sociocultural dos estudantes, demanda que o professor desenvolva uma abordagem inovadora, capaz de articular conhecimentos formais e contextuais de maneira mais relevante. Essa estratégia busca proporcionar aos

estudantes uma visão mais integrada da Matemática, permitindo-lhes aplicar esses conhecimentos às suas próprias realidades e atribuir significado ao aprendizado matemático.

Integrando o conceito de Etnomatemática de D'Ambrosio, essa abordagem deve considerar as práticas matemáticas culturais e locais dos estudantes, reconhecendo e valorizando os saberes matemáticos que emergem de diferentes contextos socioculturais. Dessa forma, a Matemática deixa de ser vista apenas como um conjunto de teorias abstratas e passa a ser compreendida como um campo de conhecimento que se relaciona diretamente com a experiência e a cultura dos indivíduos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN - (Brasil, 1998), a educação deve promover uma aprendizagem relevante, conectando os conhecimentos acadêmicos com as experiências e contextos culturais dos estudantes. Nesse sentido, Bandeira (2016) segue uma abordagem semelhante ao integrar os conhecimentos etnomatemáticos de horticultores natalenses com os conteúdos curriculares estabelecidos pelos PCN. Essa integração não apenas enriquece o ensino de Matemática ao relacioná-lo com práticas culturais reais, mas também atende à diretriz dos documentos oficiais que visam a contextualização e a relevância do aprendizado para a realidade dos estudantes. Assim, a abordagem de Bandeira (2016) exemplifica como os saberes locais podem ser incorporados de maneira efetiva aos currículos oficiais, promovendo uma Educação Matemática mais conectada e significativa.

Cardoso e Madruga (2017), em uma investigação envolvendo os saberes dos extrativistas de caranguejos, destacaram a importância de se valorizar a conexão entre a cultura do estudante e as ações matemáticas cotidianas, que se percebe por meio dos estudos sobre a Etnomatemática, tendência da Educação Matemática que se preocupa em trazer esse contexto para a sala de aula. O programa propõe-se como uma ferramenta que valoriza as diferentes práticas das comunidades, auxiliando o professor a apresentar e dialogar com a disciplina nas escolas ali inseridas, mostrando como a Matemática pode ser apresentada, prestigiando os valores e as tradições da cultura local do estudante.

Assim, a partir do processo que envolve a atividade tradicional dos pescadores de caranguejo, repleta de saberes culturais provenientes do cotidiano desses indivíduos, emerge o conhecimento matemático, que busca explicar as diferentes formas de compreender a vida social e cultural associada à pesca de caranguejo. Nesse sentido, Moraes e Filho (2017) descrevem e identificam os processos de organização e difusão de conhecimentos dos pescadores de caranguejo num estudo no qual fizeram uma análise acerca dos saberes e fazeres das atividades cotidianas de pescadores de caranguejo de São Caetano de Odivelas/PA, Brasil.

Nesse sentido, o Documento Curricular Referencial de Ilhéus - DCRI (2021) - traz em seu bojo que explorar, conhecer, apreciar e analisar criticamente as práticas e produções artísticas e culturais de seu entorno social, bem como as dos povos indígenas, das comunidades tradicionais brasileiras e de diversas sociedades em diferentes tempos e espaços, é fundamental. Isso possibilita o “reconhecimento da arte como um fenômeno cultural, histórico e social, capaz de se adaptar a variados contextos e promover o diálogo com as diversidades” (DCRI, 2021, p. 260).

O DCRI (2021) teve origem no Documento Curricular referencial da Bahia - DCRB (2019), que, por sua vez, também recomenda que cada escola mantenha a flexibilidade necessária para atender estudantes com diferentes níveis de habilidade, considerando suas necessidades específicas, especialmente aquelas que promovem experiências matemáticas relevantes e interessantes, inseridas a outras áreas do conhecimento. Também reforça a importância de incentivar os estudantes a continuar estudando matemática para além do ambiente escolar, buscando uma formação que lhes permitam aplicar socialmente as habilidades e competências adquiridas no ensino escolar.

Em síntese, a integração da Etnomatemática nas práticas culturais locais, como o extrativismo de caranguejos no sul da Bahia, Brasil, oferece uma nova perspectiva para o ensino de Matemática. Ao valorizar os saberes tradicionais, reconhecendo a matemática como uma prática humana contextualizada, essa abordagem contribui para a construção de uma educação mais relevante e transformadora para os estudantes. A articulação entre as práticas culturais e o currículo formal revela o potencial da Etnomatemática para ampliar a compreensão dos conceitos matemáticos, promovendo uma aprendizagem que se conecta diretamente com a realidade sociocultural dos estudantes, respeitando e preservando as tradições locais.

3. A Etnomatemática e os saberes dos manguezais: construindo um diálogo com o Ensino de Matemática

A Etnomatemática permite reconhecer os saberes matemáticos presentes nas práticas tradicionais, como as dos extrativistas e pescadores dos manguezais brasileiros. No entanto, esses conhecimentos muitas vezes não são valorizados no ensino formal. Esta seção busca estabelecer um diálogo entre a Etnomatemática e a Educação Matemática, abordando como esses saberes podem enriquecer a aprendizagem. Para isso, apresenta-se o Programa de Pesquisa Etnomatemática (seção 3.1); discute-se a importância dos manguezais e os desafios de sua conservação (seção 3.2) e, por fim, analisa-se a matemática implícita nas práticas culturais dessas comunidades (seção 3.3), destacando seu potencial para um ensino com mais significado para o estudante.

3.1. O Programa de Pesquisa Etnomatemática: contribuições e abordagens para a Educação Matemática

Por volta da metade da década de 1970, começou a ganhar forma um projeto educacional denominado Programa Etnomatemática. Embora o nome sugira um foco na matemática, trata-se de uma análise da evolução cultural da humanidade em um sentido mais amplo, com base na dinâmica cultural observada nas expressões matemáticas. Não deve ser confundido com a matemática no contexto acadêmico, organizada como uma disciplina. Segundo D'Ambrosio (2005), a ideia do Programa Etnomatemática surgiu a partir da análise das práticas matemáticas em diferentes contextos culturais e foi expandida para investigar várias formas de conhecimento, indo além das teorias e práticas matemáticas. Assim, o programa se configura como um estudo da evolução cultural humana, fundamentado na dinâmica cultural presente nas manifestações matemáticas. O autor destaca que o "Programa Etnomatemática se apresenta como um programa de pesquisa sobre história e filosofia da matemática, com importantes reflexos na educação" (D'Ambrosio, 2005, p. 102).

Nessa perspectiva, D'Ambrosio (2005) enfatiza que, metodologicamente, o programa Etnomatemática reconhece que, na trajetória do ser humano como espécie planetária, assim como das espécies que o precederam, incluindo os diversos homínídeos que habitaram a Terra há cerca de 5 milhões de anos, o comportamento humano é moldado pela aquisição de conhecimentos, habilidades e saberes que permitiram a sobrevivência e transcendência da espécie. Esses saberes se manifestam por meio de formas, modos, técnicas e artes, essenciais para compreender, lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural. O autor utiliza, etimologicamente, as raízes "tica", "matema" e "etno" para fundamentar sua concepção de Etnomatemática, integrando o conhecimento tradicional e cultural ao entendimento da matemática em um contexto mais amplo e inclusivo.

D'Ambrosio, em 1982, denominou de Matemática Espontânea os métodos matemáticos desenvolvidos por povos na sua luta de sobrevivência. O saber gerado pela interação compartilhada, proveniente da comunicação social, seria um conjunto de códigos e símbolos que são organizados, tanto intelectual quanto socialmente, formando o que se denomina cultura.

A Etnomatemática tem se consolidado como uma abordagem relevante no âmbito da Educação Matemática, destacando-se por reconhecer e valorizar os saberes matemáticos presentes em diferentes contextos socioculturais. Esse campo de pesquisa teve como um de seus principais teorizadores o brasileiro Ubiratan D'Ambrosio, e as pesquisas brasileiras têm desempenhado um papel significativo em seu desenvolvimento. A Etnomatemática vem se fortalecendo, tanto no Brasil quanto no mundo, como uma importante área de estudos, contribuindo para reflexões sobre a relação entre conhecimento matemático e cultura, bem como suas implicações para a prática pedagógica. Nesse contexto, “tem surgido um crescente número de professores e pesquisadores interessados em aprofundar os estudos sobre essa temática, em suas muitas vertentes” (Fantinato, 2009, p. 2).

Entre os principais fundamentos da Etnomatemática está a compreensão da Matemática como uma manifestação cultural, presente em diversas sociedades e contextos (Fantinato, 2009). Segundo a autora, essas manifestações vão além da simples manipulação de notações e operações aritméticas, do uso da álgebra ou do cálculo de áreas e volumes. Ela enfatiza que a Matemática envolve, sobretudo, a capacidade de estabelecer relações e comparações quantitativas, compreender as formas espaciais do mundo real e realizar classificações e inferências. Dessa maneira, é possível identificar a presença da Matemática em trabalhos artesanais, manifestações artísticas e práticas comerciais e industriais. Recuperar e incorporar esses conhecimentos à ação pedagógica é um dos principais objetivos do Programa Etnomatemática (Fantinato, 2009).

3.2. Manguezais no Brasil: conservação, sustentabilidade e o impacto das mudanças climáticas

Os manguezais são ecossistemas altamente produtivos e desempenham um papel crucial no sequestro de carbono. Sua capacidade de armazenar carbono tanto na biomassa quanto no solo é comparável à de outras florestas tropicais úmidas, como a Amazônia. Quando se consideram os estoques subterrâneos e de solo, os manguezais superam as florestas terrestres em termos de armazenamento de carbono por área, o que destaca sua importância na mitigação das mudanças climáticas.

Além de sua função no combate às mudanças climáticas, os manguezais oferecem proteção significativa contra os impactos ambientais na zona costeira. Embora vulneráveis, esses ecossistemas ajudam a reduzir os efeitos de tempestades, marés altas e a elevação do nível do mar, além de promoverem a retenção de sedimentos. Um exemplo dessa proteção natural foi observado durante o tsunami de 2004 no Oceano Índico, quando os manguezais funcionaram como barreiras naturais, atenuando os danos em algumas áreas costeiras (ICMBio, 2018).

No entanto, apesar de sua relevância, os manguezais no Brasil enfrentam sérias ameaças. Segundo o ICMBio (2018), a perda e fragmentação da vegetação, a degradação dos habitats aquáticos, provocadas pela ocupação humana, poluição e mudanças na hidrodinâmica¹, têm impactado diretamente esses ecossistemas. Como resultado, a disponibilidade de recursos essenciais para muitas comunidades tradicionais, como a pesca artesanal, o extrativismo, a coleta de mariscos e o turismo, tem diminuído, comprometendo a sustentabilidade das atividades dessas populações.

Segundo o ICMBio (2018), os esforços de conservação dos manguezais no Brasil são significativos e vêm crescendo. O país conta com 120 unidades de conservação em áreas com manguezais, distribuídas entre unidades federais, estaduais e municipais, que juntas cobrem uma área de 1.211.444 hectares,

¹ Hidrodinâmica corresponde ao estudo dos fluidos em movimento, sendo aplicada, no contexto dos manguezais, à compreensão das correntes de maré, do fluxo das águas nos canais e da dinâmica de sedimentos nesses ecossistemas (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

representando 87% do total do ecossistema no território brasileiro. Destas, 83% são de uso sustentável e 17% de proteção integral. Entre essas unidades, destaca-se a Reserva² Extrativista de Canavieiras, criada em 2006, que abrange aproximadamente 100.726,36 hectares. Segundo Dias et al. (2018, p. 920), “a participação popular foi essencial para a criação da unidade de conservação, garantindo o envolvimento das comunidades locais no processo decisório”.

3.3 A Matemática invisível nas práticas culturais: reflexões sobre Etnomatemática e ensino

A presença da matemática nos saberes e fazeres culturais pode ser compreendida para além dos moldes do ensino formal, manifestando-se de maneira situada nas práticas sociais. Nessa direção, a Etnomatemática oferece um referencial para pensar processos de aprendizagem ancorados nas experiências culturais dos sujeitos, tornando o conhecimento matemático mais consistente. Conforme Ubiratan D'Ambrosio (2002), essa perspectiva reconhece a pluralidade de formas de produção do conhecimento e propõe uma educação que incorpora diferentes racionalidades. Ao articular campos como cognição, história, epistemologia e educação, a Etnomatemática amplia as possibilidades de compreensão das relações entre matemática e cultura, especialmente em contextos tradicionais.

No contexto do extrativismo de caranguejos e da pesca artesanal, a literatura evidencia a presença de saberes que orientam a leitura do ambiente e a tomada de decisões. Almeida (2012) destaca que compreender a influência das marés e as especificidades dos territórios é fundamental para o sucesso da atividade, mobilizando noções de periodicidade e relações entre grandezas como tempo e espaço. Na captura de caranguejos, Moraes (2017) aponta que a técnica “braçal” permite avaliar, pelo tato, se o animal está apto para a captura, enquanto Brunet (2006) observa que pescadores e seus filhos, ainda crianças, reconhecem fêmeas ovadas e juvenis, realizando sua soltura imediata devolvendo ao ecossistema, num movimento de preservação da espécie. Tais práticas envolvem processos de classificação, inferência e tomada de decisão, estruturados a partir da experiência e transmitidos entre gerações.

Além da leitura ambiental, os saberes dos manguezais incluem formas próprias de mensuração e relações de proporcionalidade. Na pesca artesanal, a malha da rede feita de fios de nylon, configura-se como um mosaico de paralelogramos, cuja funcionalidade depende da regularidade na distância entre os nós, conforme descrito por Saldanha (2015). Nessa prática, observa-se a relação entre variáveis como o tamanho da malha e o tamanho do peixe capturado, uma vez que aberturas maiores permitem a fuga de peixes menores (Brabo, 2024). No extrativismo de caranguejos, saberes semelhantes se manifestam na análise da abertura da toca como indicativo do tamanho do animal, bem como no uso de medidas corporais, como a referência de “quatro dedos” para determinar o tamanho mínimo da carapaça³ ideal para a captura, estimado entre 6 e 7 cm (Cardoso; Madruga, 2017). Essas práticas evidenciam noções de medida não convencional, proporcionalidade e relações funcionais entre grandezas, construídas a partir da experiência.

No âmbito da comercialização, os saberes matemáticos assumem uma dimensão operativa e estratégica. Os extrativistas transitam entre unidades como litros, quilos e centenas, realizando conversões e estimativas conforme o tipo e a qualidade do produto, o que envolve relações de equivalência, comparação e cálculo mental. O cálculo da produtividade, expresso em períodos semanais ou mensais, mobiliza relações de proporcionalidade entre tempo, esforço e rendimento, enquanto a estimativa de lucro

² Reserva Extrativista de Canavieiras, Diploma Legal de Criação: Dec s/nº de 05 de junho de 2006.

³ Carapaça é a estrutura rígida que recobre o corpo de crustáceos, composta por um exoesqueleto quitinoso que protege os órgãos internos e auxilia na sustentação e locomoção (Ruppert; Fox; Barnes, 2005).

considera variáveis como custo, deslocamento e demanda (Madruga, 2025). Conforme destaca Silveira (2022), há uma aritmética comercial nas feiras, marcada pelo uso das quatro operações e pela agilidade no cálculo de troco. A organização dos caranguejos em cordas, geralmente com seis unidades, evidencia relações de agrupamento e regularidade que podem ser interpretadas em termos de função linear (Cardoso; Madruga, 2017).

A análise desses saberes - que envolvem leitura de ciclos naturais, estimativas, mensuração, relações funcionais e práticas de cálculo - permite compreender que tais conhecimentos não se restringem a ações empíricas, mas constituem formas culturalmente situadas de matematização. Ao serem examinados à luz da literatura, evidenciam uma racionalidade própria, construída em contextos socioculturais específicos e orientada por demandas concretas de trabalho e sobrevivência. Nessa direção, a investigação etnomatemática dedica-se ao estudo de ideias e práticas matemáticas frequentemente marginalizadas ou desconsideradas pelos referenciais dominantes (Gerdes, 2000), reafirmando a relevância de reconhecer e integrar os saberes dos manguezais no ensino de Matemática.

4. Considerações Finais

O presente ensaio teve *como objetivo identificar* e analisar, à luz da literatura, a interseção entre a Etnomatemática e as práticas de extrativismo de caranguejos nas cidades de Ilhéus, Una e Canavieiras, no sul da Bahia, Brasil. A estudo destacou os saberes locais dessas atividades, à luz da *literatura, evidenciando* como podem ser incorporados ao ensino de Matemática, contextualizando o conteúdo e valorizando a cultura regional.

Assim, o artigo contribuiu para responder à questão de pesquisa ao demonstrar como os saberes tradicionais do extrativismo de caranguejos podem ser integrados ao ensino de Matemática por meio da Etnomatemática. A análise reforça a importância de contextualizar os conteúdos escolares, aproximando-os da realidade dos estudantes e promovendo uma aprendizagem mais significativa, que reconhece a diversidade cultural e enriquece os processos de ensino e de aprendizagem.

Este estudo tem uma contribuição relevante para a Educação Matemática, especialmente no reconhecimento e valorização dos saberes locais. Ao abordar a interseção entre Etnomatemática e extrativismo, amplia as possibilidades de ensino ao integrar os conhecimentos matemáticos presentes nas práticas culturais de comunidades pesqueiras, um campo ainda pouco investigado. A pesquisa destaca a importância de incorporar esses saberes ao currículo escolar, superando a visão eurocêntrica da Matemática e promovendo uma abordagem mais inclusiva e contextualizada. Além disso, oferece subsídios para a prática docente, incentivando estratégias pedagógicas que dialoguem com a realidade dos estudantes e fortaleçam sua identidade cultural.

Nesse contexto, foram identificadas possibilidades de planejar experiências educativas que integrem conteúdo das unidades temáticas de números, álgebra, grandezas e medidas, e geometria. Os saberes dos manguezais, provenientes das práticas de pesca e extrativismo, oferecem um campo para a construção de estratégias didáticas que relacionem a Matemática ao cotidiano dos estudantes. Assim, é possível integrar os conhecimentos de grupos locais ao currículo escolar, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa. Essa abordagem favorece uma educação que valoriza a diversidade cultural, estimulando a conexão entre teoria e prática, além de incentivar uma visão crítica e ampliada do conhecimento matemático.

Como perspectiva de continuidade, considerando a escassez de estudos sobre a interseção entre Etnomatemática e as práticas culturais dessas comunidades, tem-se a intenção de desenvolver pesquisas

que investiguem essas práticas locais com dados empíricos. Estas podem enriquecer o campo da Educação Matemática e proporcionar uma compreensão mais profunda das especificidades culturais da região.

A Etnomatemática, desde suas origens, tem se dedicado a investigar as relações entre Matemática e cultura, e essa perspectiva evidencia a complexidade dessa área de estudos, que estabelece conexões com a Antropologia, a História e as Ciências da Cognição (D'Ambrosio, 2001).

5. Contribuições dos Autores

Autora 2 (Zulma Elizabete de Freitas Madruga): supervisão, validação, redação - revisão e edição.

6. Declaração das Fontes de Financiamento

Este estudo não recebeu apoio financeiro de nenhuma instituição ou agência de fomento.

7. Declaração de Uso de Inteligência Artificial

Durante a preparação deste manuscrito, os autores utilizaram o ChatGPT exclusivamente para fins de revisão gramatical e adequação linguística. As contribuições da ferramenta foram criteriosamente analisadas, sendo o conteúdo final integralmente revisado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto.

8. Declaração de Conflito de Interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesses relacionados à publicação deste artigo

9. Referências

- Almeida, N. de J. R. (2012). *Saberes e práticas tradicionais: população pesqueira extrativista da vila Sorriso São Caetano de Odivelas/PA*. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Belém.
- Bahia. (2019). Secretaria da Educação do Estado da Bahia. *Documento Curricular Referencial da Bahia para Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Rio de Janeiro: FGV Editora.
- Bandeira, F. A. (2016). *Pedagogia Etnomatemática: reflexões e ações pedagógicas em Matemática do Ensino Fundamental*. Natal, RN: EDUFRN
- Cardoso, G. D. & Madruga, Z. E. de F. (2017). Etnomodelagem e o extrativismo de caranguejos: uma proposta para a introdução do conceito de função linear. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, 1[3], 123-136.
- D'Ambrosio, U. (1990). Etnomatemática: Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer. *Revista de Educação Matemática*, 6(8), 5-8.
- D'Ambrosio, U. (2002). *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica.
- D'Ambrosio, U. (2005). Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 31[1], 99-120.
- D'Ambrosio, U. (2016). *Educação para uma sociedade em transição*. 3ª ed. Natal: EDUFRN.
- D'Ambrosio, U. (2018). Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 32[94].
- Dias, M., Gomes, R., Batista, S., Campiolo, S. & Schiavetti, A. (2018). Participação popular na criação de unidades de conservação marinha: o caso da Reserva Extrativista de Canavieiras. *Revista Direito GV*, São Paulo, 14[3], 912-936.
- Fantinato, M. C. C. B. (2009). *Etnomatemática – novos desafios teóricos e pedagógicos*. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense.
- Gerdes, P. (2000). A Investigação Etnomatemática como estímulo para a pesquisa matemática. In: Congresso Brasileiro de Etnomatemática, 1, 2000. São Paulo. *Anais do I CBEEm*. São Paulo: FEUSP.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2016). *Fundamentos de física. Vol. 1*. Grupo Gen-LTC.
- Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. (2018). *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 176 p.

- Knijnik, G.; Wanderer, F., Giongo, I. M.; Duarte, C. G. (2019) *Etnomatemática em movimento*. (Coleção Tendências em Educação Matemática), 3ª. Ed. Autêntica, Belo Horizonte. MG.
- Martins, P. T. A. & Couto, E. C. G. (2007). Distribuição das áreas remanescentes de manguezal do município de Ilhéus (Bahia - Brasil). In: *Congresso Latino-americano de Ciências do Mar, 12, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Aoceano, 2007. CD-Rom*.
- Moraes, S. C. de. Almeida, N. de J. R. Saberes E Sustentabilidade no Manguezal da São Caetano de Odivelas - PA. *Revista Movendo Ideias. ISSN: 1517-199x Vol. 17, Nº 1 - janeiro a junho de 2012*
- Moraes, R. G. M. & Souza Filho, E. B. (2017). Pescadores de caranguejo de São Caetano de Odivelas/PA: o saber e o fazer na perspectiva da etnomatemática. *Boletim online de Educação Matemática*, 5[9], 141-160.
- Oliveira, K. A. D., Rebouças, A. P. S., Oliveira, R. D. F. S. D. & Vizolli, I. (2023). Tirar azeite de coco babaçu: Educação Matemática em comunidades quilombolas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 37(77), 997-1016.
- Ruppert, E. E.; Fox, R. S.; Barnes, R. D. (2005). *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. 7. ed. São Paulo: Roca.
- Saldanha, M. de A. (2015). *Histórias de pescadores: uma pesquisa etnomatemática sobre os saberes da pesca artesanal da Ilha da Pintada - RS*. 2015. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Secretaria Municipal de Educação, Esporte e Lazer. *DCRI - Documento Curricular Referencial de Ilhéus*. Ilhéus, BA, jan. 2021. Diário Oficial Eletrônico, Ed. 014, Caderno 01. Disponível em: <https://doceru.com/doc/nxs0exsv>. Acesso em: 20 Fev 2025.
- Silveira, A. S. (2022). *Matemática e cotidiano: saberes escolares e suas relações com os vivenciados na pesca artesanal em comunidades de pescadores e marisqueiras em São Cristóvão, SE*. 2022. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.



FORMAÇÃO DE PROFESSORES E PROPOSTA PEDAGÓGICA COM PERSPECTIVA CTS: ENTRELAÇANDO FIOS PARA TECER POTENCIALIDADES E LIMITES NO NOVO ENSINO MÉDIO

TEACHERS AND PEDAGOGICAL PROPOSAL WITH A CTS PERSPECTIVE: INTERLACING THREADS TO WEAVE POTENTIAL AND LIMITS IN THE NEW HIGH SCHOOL EDUCATION

FORMACIÓN DE PROFESORES Y PROPUESTA PEDAGÓGICA CON PERSPECTIVA CTS: ENTRELAZANDO HILOS PARA TEJER POTENCIALIDADES Y LÍMITES EN LA NUEVA ENSEÑANZA MEDIA

Vanda Thomas Preussler*^{ID}, **Sinara München****^{ID}

Thomas V., München S. (2026). Formação de professores e proposta pedagógica com perspectiva cts: entrelaçando fios para tecer potencialidades e limites no novo ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(1), pp. e-22131. <https://doi.org/10.14483/23464712.22131>

Resumo

O presente artigo trata de uma investigação empírica sobre o processo de Formação Continuada, desenvolvido com professores de Ciências, em Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade, no Novo Ensino Médio. O objetivo da pesquisa foi investigar, no diálogo dos professores, as potencialidades e os desafios existentes para a efetivação de práticas pedagógicas neste contexto na nova proposta curricular da Educação Básica. A partir do diálogo orientado por uma entrevista semiestruturada sobre o processo formativo desenvolvido, foram analisadas as potencialidades e os limites, fazendo uso da Análise Textual Discursiva, da qual emergiram duas categorias finais, denominadas: I) Tecendo fios com agulhas da investigação a partir do processo formativo em Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade: a Formação Continuada por área, na escola; e, II) Os limites na tessitura dos fios para trabalhar Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade no Novo Ensino Médio: o contexto profissional, o planejamento por área e a redução da carga horária da Formação Geral Básica. Os resultados da pesquisa apontam a ampliação do conhecimento do professor sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade, o trabalho interdisciplinar e o processo reflexivo da investigação como potencial no ensino de Ciências, por possibilitar a mobilização e a participação social do aluno nas situações-problema do dia a dia que envolvem a ciência e a tecnologia. Em contraponto, apresentam um

* Mestra em Ensino de Ciências. Universidade Federal da Fronteira Sul. Brasil. vanda.thomas@hotmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0061-0055>

** Doutora em Educação em Ciências. Professora na Universidade Federal da Fronteira Sul. Brasil. sinara.munchen@uffs.edu.br. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6163-9308>

contexto profissional com falta de planejamento por área e redução da formação geral básica, como entraves que limitam este enfoque no Novo Ensino Médio. A carga horária reduzida dos professores de Ciências em cada turma de uma escola determina que estes complementam suas horas/aula em outras escolas, o que fragiliza o planejamento por área e, conseqüentemente, o trabalho interdisciplinar, tão importante para a compreensão dos conceitos a partir de temas.

Palavras-Chave: Práticas pedagógicas. Pressupostos CTS. Reforma curricular. Ensino de Ciências.

Abstract

This article deals with an empirical investigation into the Continuing Training process, developed with Science teachers, in Science-Technology-Society Education, in the New High School. The objective of the research was to investigate, in the teachers' dialogue, the potential and existing challenges for implementing pedagogical practices in this context in the new Basic Education curriculum proposal. From the dialogue guided by a semi-structured interview about the training process developed, the potentialities and limits were analyzed, using Discursive Textual Analysis, from which two final categories emerged, called: I) Weaving threads with research needles based on the training process in Science-Technology-Society Education: Continuing Training by area, at school; and, II) The limits in the weaving of threads to work on Science-Technology-Society Education in the New High School: the professional context, planning by area and the reduction of the workload of Basic General Training. The research results point to the expansion of the teacher's knowledge about Science-Technology-Society, interdisciplinary work and the reflective process of investigation as potential in Science teaching, by enabling student mobilization and social participation in everyday problem situations involving science and technology. In contrast, they present a professional context with a lack of planning by area and a reduction in basic general training, as obstacles that limit this focus on New High School. The reduced workload of Science teachers in each class at a school determines that they complement their hours/classes in other schools, which weakens planning by area and, consequently, interdisciplinary work, so important for understanding concepts based on themes.

Keywords: Pedagogical practices. CTS assumptions. Curriculum reform. Science teaching.

Resumen

El presente artículo trata de una investigación empírica sobre el proceso de Formación continuada, desarrollada con profesores de ciencias, en educación Ciencia-Tecnología-Sociedad, en la Nueva Enseñanza Media. El objetivo de la pesquisa fue investigar, en el diálogo de los profesores, las potencialidades y desafíos existentes para la realización de prácticas pedagógicas en este contexto en la nueva propuesta curricular de la Educación Básica. A partir del diálogo orientado por una entrevista semiestructurada sobre el proceso formativo desarrollado, fueron analizadas las potencialidades y límites, haciendo uso del Análisis Textual Discursiva, de la que surgieron dos categorías finales, denominadas: I) Tejiendo hilos con agujas de la investigación a partir del proceso formativo en Educación Ciencia-

tecnología-sociedad: la formación continua por área, en la escuela; y, II) Los límites en el tejido de los hilos para trabajar Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Nueva Enseñanza Media: el contexto profesional, la planificación por área y la reducción de la carga horaria de la Formación General Básica. Los resultados de investigación señalan la ampliación del conocimiento del profesor sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad, el trabajo interdisciplinario y el proceso reflexivo de investigación como potencial en la enseñanza de las ciencias, por posibilitar movilización y la participación social del alumno en las situaciones-problema del día a día que involucran ciencia y tecnología. En contraposición, presentan un contexto profesional con falta de planificación por área y reducción de la formación general básica, como obstáculos que limitan este enfoque en la Nueva Enseñanza media. La carga horaria reducida de los profesores de ciencias en cada clase de una escuela determina que éstos complementen sus horas/clase en otras escuelas, lo que debilita la planificación por área y, consecuentemente, el trabajo interdisciplinario, tan importante para la comprensión de los conceptos a partir de temas.

Palabras clave: Prácticas pedagógicas. presupuestos CTS. Reforma curricular. Enseñanza de ciencias.

1. Preparando o tear

O ensino de Ciências com perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem sido alvo de pesquisadores latino-americanos, espanhóis e portugueses, como Dagnino (2008a); Martínez (2010); Auler (2002); Acevedo (2000); Acevedo; Vásquez e Manassero (2002); Cachapuz et al. (2005), dentre outros. Crenças descontextualizadas e problemáticas sobre Ciência e tecnologia (CT) são diagnosticadas nestas pesquisas, e destacam que os professores em exercício desconhecem os interesses adjacentes à tecnociência, bem como acerca de suas implicações na sociedade, seja ela com viés natural ou sociocultural (Martínez, 2010).

Auler (2002) afirma que essas concepções equivocadas estão ligadas, em sua grande maioria, ao contexto e às normas sociais, culturais e políticas de caráter local. O autor argumenta que as compreensões limitadas dos professores sobre as interações CTS emperram o currículo com essa perspectiva, em virtude de os professores apresentarem compreensões confusas sobre a não neutralidade da CT e atribuírem caráter salvacionista à Ciência, vinculadas a sua frágil formação inicial e continuada sobre a perspectiva CTS.

Maldaner (1999) já sinalizava fragilidades na formação inicial dos professores, por ter base na racionalidade técnica e nas concepções empírico-positivistas, segundo a qual as teorias científicas advêm da atividade experimental sem preocupação com o entorno social. Tais concepções não levam em consideração a complexidade do conhecimento científico e as implicações sociais da intensa atividade humana. Diante disso, Maldaner (1999) sinaliza a necessidade de introduzir todas essas preocupações no currículo de formação de professores, tendo em vista que são eles que possibilitarão a constituição do pensamento das pessoas, principalmente daqueles que irão atuar em outras áreas que não a da química.

Pacheco e Muenchen (2024) apontam que um currículo com enfoque CTS requer mudanças na concepção dos professores e do ensino de Ciências, por requerer um ensino com caráter interdisciplinar, com base

em temas geradores e projetos pedagógicos, perspectiva ainda em compreensão por grande parte dos professores de Ciências.

Welke e München (2022) revelam que no Brasil a formação continuada (FC) de professores com perspectiva CTS concentra-se em um período recente de sete anos (2014-2021), e assinalam, em suas pesquisas, a carência de produção de teses e dissertações nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. As autoras observaram “que existem poucas teses e dissertações contemplando processos de FC, balizados na Educação CTS, visando compreender como os professores desenvolvem em sala de aula o conhecimento construído durante a FC” (Welke; München, 2022, p. 220).

Diante disso, repensar a FC dos professores em Educação CTS é importante para a associação de elementos teórico-metodológicos CTS à prática pedagógica dos professores em exercício, haja vista que aquilo que o professor não conhece, não utiliza. A FC, sob um viés crítico, permite ao professor perceber os imbricamentos da CT na sociedade, tensionando seu caráter neutro e salvacionista, possibilitando esse olhar crítico também aos seus alunos, em virtude da mobilização de conhecimentos CTS na prática pedagógica de sala de aula.

Santos e Auler (2019, p. 490) destacam que a “CT não é neutra, carrega valores, intencionalidades, que ela influencia a sociedade, mas também é influenciada por essa sociedade”. Os autores argumentam, ainda, que o direcionamento da neutralidade da CT está alinhado com os valores consumistas da obsolescência programada e da descartabilidade. Santos e Auler (2019) não recaem em um novo maniqueísmo, dizendo que toda a tecnologia está fadada ao mal, contudo, apontam a necessidade de um novo projeto, segundo outros valores da CT, em consonância à Adequação Sociotécnica de Dagnino (2010).

Tanto Dagnino (2010) quanto Santos e Auler (2019) pensam no reprojeto associado a uma nova Política Científico-Tecnológica, com dimensão mais igualitária e uma crescente participação da sociedade. Neste sentido, a prática pedagógica carece de valores críticos em intencionalidades, em busca de uma participação ampla da sociedade, em processos decisórios, não apenas das implicações de seus resíduos finais, mas, também, de sua agenda de pesquisa. Dessa maneira, a FC dos professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) em Educação CTS potencializa o ensino de Ciências, tendo em vista que o aluno que discute CTS em sala de aula e protagoniza simulações educacionais com essas abordagens agrega bagagem cultural para agir e tomar decisões conscientes e comprometidas com a sociedade em que vive.

Nóvoa (2019), nesta direção, aponta que a formação de professores deve ser pensada com base no triângulo de formação, composto pelos professores, pela universidade e pela escola, de forma a aproximar o conhecimento cultural e científico da universidade à formação concreta da profissão. Segundo o autor, é no entrelaçamento dos três vértices do triângulo que a formação profissional ganha força. A FC agrega uma bagagem cultural alargada aos professores de Ciências e, em virtude disso, as práticas pedagógicas que envolvem protagonismo e Educação CTS são possíveis no Novo Ensino Médio (NEM).

A organização curricular do Novo Ensino Médio, estabelecida pela Lei nº 13.415/2017, orienta-se pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e prevê uma formação composta por uma parte comum obrigatória e itinerários formativos. Essa estrutura busca flexibilizar o currículo, permitindo que os estudantes aprofundem conhecimentos em áreas de interesse, ao mesmo tempo em que desenvolvem competências e habilidades essenciais para a vida, o trabalho e a cidadania.

O protagonismo juvenil é parte integrante das habilidades a serem desenvolvidas na proposta do NEM e a BNCC orienta a “aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras” (Brasil, 2018, p. 549). Apesar de não mencionar CTS em seu texto, o que é questionável, tendo em vista os diversos problemas oriundos da relação da CT na sociedade, a BNCC orienta a contextualização social, histórica e cultural dos elementos que compõem a Ciência, para que ela seja compreendida como empreendimento humano e social, corroborando com os argumentos de Martínez (2010).

Muitas são as críticas direcionadas ao documento orientador BNCC e à proposta do NEM, tendo em vista os desdobramentos subjacentes da reforma. Um exemplo disso é o controle da escola por organismos internacionais, o risco ao princípio democrático da educação republicana e de eximir os adultos da formação das novas gerações, transferindo essa responsabilidade para as próprias crianças e jovens, que deverão ser autônomos na escolha de itinerários formativos (Schütz; Cossetin, 2019), em uma fase prematura da vida que antecede, inclusive, o direito cidadão e republicano do voto.

De igual forma, o Referencial Curricular Gaúcho (RCG) que é o documento curricular do estado do Rio Grande do Sul, não menciona a relação CTS em seu documento, tampouco a formação de professores para o trabalho interdisciplinar por área do conhecimento, o que gera tensionamento entre a proposta que está posta nos documentos orientadores e as condições para que elas possam acontecer na escola.

Diante do exposto sobre Educação CTS, formação de professores e Novo Ensino Médio, apresentamos nosso problema de pesquisa, que consiste em responder ao seguinte questionamento: Quais são as potencialidades e os desafios de um processo de FC de professores para o ensino de Ciências, baseado na Educação CTS, no Novo Ensino Médio?

Os desafios do processo de FC de professores de Ciências precisam ser investigados, para que possam ser transformados no chão da escola em potencialidades, a fim de contribuir na tessitura dos fios da prática pedagógica. Desse modo, se destaca a importância de preparar o tear.

2. Modelando o tecer dos fios

A pesquisa que compõe este artigo é de natureza qualitativa (Lüdke; André, 2013), do tipo Investigação-Ação (Güllich, 2013), baseada nos pressupostos da fenomenologia (Galiuzzi; Lima; Ramos, 2020), tendo como fonte empírica entrevistas semiestruturadas, relacionadas ao processo de FC de professores de Ciências sobre Educação CTS no Novo Ensino Médio, com os professores participantes da pesquisa. A FC, vinculada à esta pesquisa, foi realizada em uma escola de Educação Básica, piloto no Novo Ensino Médio, localizada no Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

O processo de FC foi desenvolvido no período de agosto a dezembro de 2022, com base no processo de Investigação-Formação-Ação (Güllich, 2013), e foi realizado em seis encontros de formação com os três professores da área de CNT da escola, sendo que uma das docentes é a pesquisadora. Justifica-se o reduzido corpus da pesquisa por esta se limitar apenas à escola-piloto mencionada. Os dois professores participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, em consonância com os princípios éticos do Comitê de Ética da Universidade Federal da Fronteira Sul, são nomeados, nesta pesquisa, com os pseudônimos João e Maria.

João é formado em Química, mestre em Educação nas Ciências, e há 6 anos atua na Educação Básica ministrando disciplinas de Cultura e Tecnologias Digitais, Física, Química, Ciências, Matemática e Mundo do Trabalho. A professora Maria é formada em Ciências Biológicas, mestre em Ensino de Ciências, e atua há 17 anos na Educação Básica ministrando aulas de Biologia, Ciências, Impactos Tecnológicos na Saúde, Monitoramento Ambiental e Iniciação Científica.

As atividades de cada encontro, com a duração aproximada de uma hora, e que foram realizadas de maneira presencial na escola, encontram-se descritas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1

Descrição dos objetivos de cada encontro de FC

Encontro	Objetivos
1º	Discutir os pressupostos da Educação CTS articulados a práticas pedagógicas e ao Novo Ensino Médio.
2º	Debater o uso da abordagem temática e possíveis aproximações ao Novo Ensino Médio.
3º	Propor a elaboração e o planejamento de uma sequência didática nos princípios da abordagem CTS.
4º	Sistematizar o planejamento coletivo e reelaborar ações para contemplar as inter-relações CTS.
5º	Dialogar sobre o processo de construção e implementação da prática pedagógica identificando limites e avanços.
6º	Compartilhar o resultado do desenvolvimento da prática realizada e refletir sobre as experiências vividas durante as atividades formativas.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

O objetivo da pesquisa foi analisar o processo de FC e os desafios da prática de professores no Ensino de Ciências, utilizando a Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galiuzzi (2007). Para a realização da ATD, os autores orientam a coleta do material que constitui o corpus de análise, a desmontagem dos textos em unidades de sentido e significado e o seu agrupamento em categorias iniciais, intermediárias e, por fim, a convergência dessas em categorias finais.

Na análise feita, foram selecionadas 71 unidades de sentido e significado no processo de unitarização, que, por sua vez, foram agrupadas em 12 categorias iniciais, 3 intermediárias e 2 categorias finais, categorizadas com as indicações J, M e P, representando João, Maria e Pesquisadora, respectivamente, seguidas de números de 1 à 7, que representam as questões orientadoras do diálogo sobre o processo de FC, apresentadas na Tabela 2. As letras alfabéticas, em minúsculas, representam os excertos de cada questão. Essa codificação de letras e números não consta na Figura 1, que mostra a ATD e suas categorias, em virtude do grande número de unidades de significado, mas é indicada nos resultados e discussões, em letra normal nas paráfrases e em itálico nas citações diretas.

Tabela 2

Descrição das questões norteadoras

Ordem das questões	Questões orientadoras do diálogo sobre a FC
01	Como a Formação Continuada (FC) contribuiu para o seu entendimento sobre a Educação CTS? Nossas leituras, nossos encontros, contribuíram para a prática de vocês, ou seja, vão levar alguma aprendizagem para a prática pedagógica de vocês?
02	Você acredita ser possível desenvolver a prática pedagógica com elementos da Educação CTS?
03	Quais as dificuldades você acredita que encontraria ao incorporá-la em sua prática?
04	Em sua opinião, quais condições são necessárias no contexto atual, para que os pressupostos da Educação CTS sejam inseridos nas aulas?
05	Além do nosso processo de formação, participamos de formações como ciclos formativos, formação da SEDUC, entre outras. Quais os limites e os potenciais do nosso processo de FC?
06	Quais as reflexões oriundas do processo de formação para a prática docente?
07	(Questão escrita) Quais as implicações desse processo formativo, a partir de agosto, para sua formação e atuação docente? Descreva as suas impressões e reflexões sobre o que vivenciou nesse período.

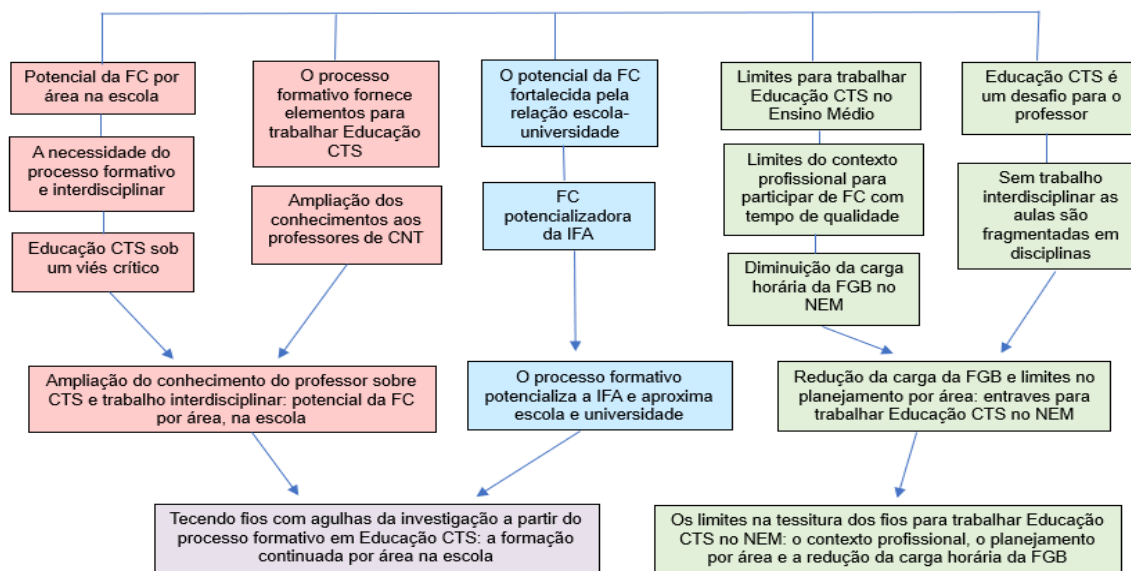
Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Todas as categorias são emergentes e com linguagem metafórica, intituladas: I) Tecendo fios com agulhas da investigação a partir do processo formativo em Educação CTS: a FC por área na escola; e, II) Os limites na tessitura dos fios para trabalhar Educação CTS no NEM: o contexto profissional, o planejamento por área e a redução da carga horária da FGB. A partir das categorias finais, são descritos dois metatextos, resultantes do processo fenomenológico da impregnação das autoras com o corpus de análise.

3. Tessituras possíveis na formação de professores de Ciências

Figura 1

Organização das categorias.



Nota: A Figura 1, ilustra as categorias iniciais, intermediárias e finais. **Fonte:** Elaborado pelas autoras (2023).

3.1 Tecendo fios com agulhas da investigação a partir do processo formativo em Educação CTS: a FC por área, na escola

À semelhança da metáfora “uma tempestade de luz”, utilizada por Moraes e Galiuzzi (2007), utilizaremos a metáfora “tecer fios”, para expressar o sentimento moroso de (re)significar a prática pedagógica, no processo formativo em Educação CTS, que ocorreu com os professores da área de CNT na escola. O verbo tecer remete a movimentos detalhistas e intermitentes, que se assemelham ao processo de FC dos professores, por ser investigativo, contínuo e abarcado por novas rotas e mudanças de ação, para transformar e melhorar a prática docente.

Este movimento cauteloso e contínuo de tecer fios se ancora em um movimento de investigação-ação crítica, quando grupos de professores planejam, de forma colaborativa em sua práxis individual, e estudam as interações sociais entre elas (Carr; Kemmis, 1988). Planejar a ação pedagógica de forma colaborativa com os professores da área de Ciências na escola tem, portanto, caráter deliberativo, pragmático e reflexivo, e estabelece um sentimento de pertencimento à área, conforme apontado pelo professor João, em sua fala sobre o processo de FC: *Quando o professor planeja junto, desenvolve um sentimento de pertencimento à área de CNT (J5d)*. O professor João complementa, ainda, que a FC fortaleceu a área de CNT (J5b).

A professora Maria argumenta que, para potencializar o Ensino de Ciências, os professores precisam planejar juntos, se desafiar (M5a). O desafio mencionado pela professora Maria vai ao encontro da mudança de postura que o professor assume ao refletir sobre sua prática pedagógica em CTS, no processo de Investigação-Formação-Ação (IFA) (Güllich, 2013). Nesta direção, diálogos coletivos e investigativos constituem formação docente, uma vez que se apoiam em referenciais teóricos basilares e transformam a experiência docente (Güllich, 2013), alcançando fases mais elevadas na espiral de reflexão, como preconizado por Zanon (2003):

uma ‘espiral cíclica de reflexão’ abrange uma sucessão de fases que se repetem em processos de um contínuo rever/mudar práticas. De forma genérica, essas fases partem da identificação de um problema até a proposição e implementação de uma solução, sua avaliação e replanejamento, com retomadas que nunca chegam a um fim, frente à característica central deste tipo de investigação que é a de promover melhorias em práticas e concepções dos sujeitos que as desenvolvem (Zanon, 2003, p. 130).

Na FC desenvolvida com os professores de CNT, o problema assumido pelos professores estava relacionado à motivação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, na perspectiva CTS, a partir de temas envolvendo o descarte de eletroeletrônicos como pilhas e baterias. A FC tem potencial para a ampliação das concepções dos professores sobre CTS, o que fica evidente quando a professora Maria menciona a importância do trabalho interdisciplinar na área, para entender as compreensões da CT na sociedade (M2e), ou seja, o trabalho coletivo favorece a tomada de consciência dos professores em relação às implicações sociais da CT.

A FC em Educação CTS possibilitou mobilizar a mudança de postura dos professores participantes em relação à neutralidade da Ciência e da Tecnologia, bem como, ao seu caráter salvacionista, possibilitando assumir uma postura crítica, de questionamento, em direção a uma educação emancipatória, o que se aproxima aos propósitos brasileiros para a Educação CTS defendidos por Pacheco e Muenchen (2024, p. 169), que aliam Educação CTS “ao desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais”. Diante de sua postura crítica sobre CTS, os professores conseguem desafiar seus alunos, mediante simulação de situações-problema, que fomentam a tomada de consciência e o desenvolvimento de

compromisso social nas discussões CTS o que fica evidente no excerto da professora Maria: *a FC permite aos professores ver que os alunos precisam ser desafiados e que isso os desacomoda, coloca-os a pensar, estabelecer propostas, achar solução para os problemas, se comprometer (M7e)*.

Nesta direção, instigar o compromisso social dos alunos em sala de aula é algo que pode ser feito por meio da instrumentalização de simulações envolvendo a perspectiva CTS, o que se aproxima às orientações propostas pela BNCC (Brasil, 2018), que contempla em seu texto o direcionamento do ensino à capacidade dos jovens de “investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade” (Brasil, 2018, p. 558). A simulação de situações-problema possibilita ao aluno explicar os fenômenos fazendo uso dos conceitos científicos construídos por meio das abstrações do processo de ensino e aprendizagem de sala de aula.

Muenchen (2010, p. 159) arrazoa que a problematização implica na superação da curiosidade ingênua e na conseqüente promoção da curiosidade epistemológica. A autora acrescenta que “dentre as características de problematizar está a apresentação de assuntos não como fatos a memorizar, mas como problemas a serem resolvidos, propostos a partir da experiência de vida dos educandos, para eles trabalharem”. Daí a importância das simulações com propostas de situações-problema que carecem de uma tomada de consciência por parte do aluno, para a sua resolução e não apenas memorização. Ao produzir argumentos, o aluno toma posse de conhecimentos epistemológicos e sistematiza conhecimentos sobre as relações CTS, por meio de percepções, questionamentos e compromisso social (Pacheco; Muenchen, 2024).

O excerto anterior, da professora Maria, deixa evidente o potencial da FC por área, na escola, pois fornece subsídios para os professores trabalharem com a perspectiva CTS em sala de aula. Neste sentido, Martínez (2010) preconiza o diálogo coletivo como um processo intersubjetivo, de crescimento crítico, pessoal e social dos professores.

Martínez (2010) apresenta o diálogo de professores, na perspectiva bakhtiniana, isto é, construída na relação com vozes histórica e socialmente já existentes e como um embasamento teórico que potencializa o ensino de questões relacionadas ao ambiente e à sociedade. Esse autor argumenta que é preciso estabelecer uma cultura de colaboração entre os professores, para que a FC seja contextualizada socialmente, a fim de que tenha autonomia em processos educacionais, curriculares e profissionais.

Neste sentido, a pesquisadora reforça o potencial da FC na escola, quando externaliza *que a gente precisa participar da FC que, por acontecer no chão da escola, parece mais importante do que as formações da Seduc (P1m)*. Esta questão é reiterada pela professora Maria em sua fala posterior, quando atribui à discussão coletiva um papel de destaque: *elemento essencial da FC, na escola, é a discussão com os professores, que não existe em formações da Seduc (M4a)*. As formações da Secretaria Estadual de Educação (Seduc) têm sua relevância e abrangência, mas são palestras fechadas, sem discussões e intervenções, o que as distancia dos anseios da escola. Nóvoa (2019, p. 7) afirma que “o lugar da formação é o lugar da profissão”. O autor não descarta a participação de grupos de pesquisa externos à escola, como universidades e Secretarias Estaduais de Educação, mas ressalta o lugar da escola no desenvolvimento profissional, ao argumentar que:

a metamorfose da escola acontece sempre que os professores se juntam em coletivo para pensarem o trabalho, para construírem práticas pedagógicas diferentes, para responderem aos desafios colocados pelo fim do modelo escolar. A formação continuada não deve dispensar nenhum contributo que venha de fora, sobretudo o apoio dos universitários e dos grupos de pesquisa, mas é no lugar da escola que ela se define, enriquece-se e, assim, pode cumprir o seu papel no desenvolvimento profissional dos professores (Nóvoa, 2019, p. 11).

Maldaner (1997, p. 26), em sua tese de Doutorado, discutia a importância da formação continuada dos professores nos espaços escolares, e argumentava que a escola é o “locus de transformação e recriação, social e cultural”. Em um trabalho posterior, Maldaner (1999) defende o ensino e a pesquisa como um par conjugado no magistério, ou seja, que a FC deve fazer parte da práxis pedagógica para o desenvolvimento da profissionalização crítica docente.

Kist e München (2021, p. 133) corroboram com Maldaner e Martínez quando argumentam que “os programas de formação continuada são de extrema importância para atualizar os docentes sobre as modificações ocorridas, tanto nas orientações curriculares, quanto nas tecnologias e propostas de reorganização existentes”. As autoras defendem o processo formativo para o desenvolvimento contínuo dos professores e, neste sentido, o professor João complementa que a FC permite relacionar assuntos diversos como Educação CTS, por exemplo, e fazer articulações que *sozinhos não se consegue ver (J4h)*.

Por todos esses aspectos, percebemos quão potencial é o processo da FC em Educação CTS, no chão da escola. É nela que os professores tomam, nas mãos, as agulhas da metafórica práxis docente, e vão tecendo (investigando), fio a fio, a textura, de modo cauteloso e atencioso, entrelaçando linhas (práxis dos professores da área), com o objetivo de compor (ação) o pano que envolve a sua prática docente, no labor da ressignificação, em ascendência nas fases da IFA.

É com o conforto do agasalho, tecido no processo formativo da educação básica (agregação de bagagem cultural CTS), que meninas e meninos saem da escola com compreensões críticas sobre as implicações sociais da CT e dela participam com coragem e discernimento. Então, à quem a Ciência serve?

Os professores participantes da pesquisa, envoltos na tessitura de fios entrelaçados por referenciais teóricos, esperam que seus alunos respondam que a Ciência deve estar voltada ao bem-estar de todos, sem a intenção de determinados projetos que beneficiem apenas uma parcela da população. É nesse sentido que a defesa da FC se debruça: professores da área precisam planejar atividades interdisciplinares em CTS, para possibilitar um viés crítico e participativo dos seus alunos em relação à agenda de pesquisa de novos produtos, ao desenvolvimento e às implicações dos artefatos tecnológicos no meio social. Esse viés é defendido por Santos e Auler (2019), por entender que a participação social na agenda de pesquisa dos artefatos tecnológicos é de suma importância no sentido de questionar os modelos decisórios tecnocráticos para a efetiva cultura da participação.

Muitas são as tessituras possíveis no processo formativo em Educação CTS, porém, muitos também são os limites que fragilizam a sua contextualização social no contexto da escola, o que será discutido no metatexto a seguir.

3.2 Os limites na tessitura dos fios para trabalhar Educação CTS no NEM: o contexto profissional, o planejamento por área e a redução da carga horária da FGB

Analisando os excertos do diálogo sobre a formação de professores em Educação CTS no Novo Ensino Médio (NEM), encontramos elementos que obstruem o movimento cauteloso e detalhista do processo de tecer fios e de agregar novas concepções à prática dos professores. Um dos entraves refere-se às fragilidades nas compreensões sobre CTS, um resquício da formação inicial dos professores de Ciências que é evidenciado na fala da professora Maria: *Como não estudei Educação CTS, inicialmente parecia ser algo difícil (M1b)*. E complementa: *Trabalhar Educação CTS exige empenho do professor, uma visão diferente do que normalmente se faz (M1d)*.

Sem ter muita clareza das concepções CTS, os professores precisam sair da zona de conforto (P1i) e se permitir, se desafiar (J1g), o que tensiona a profissão docente, em razão das demandas de trabalho em sala

de aula e dos itinerários formativos, que também se apresentam como desafios, pelo fato de o professor não ter sido preparado para ensinar tais disciplinas. A pesquisadora aponta que o professor precisa estar motivado e se permitir, para inserir uma proposta CTS em suas aulas e para trabalhar os itinerários (P3d).

Trabalhar Educação CTS no NEM é algo possível se o professor tomar nas mãos as agulhas da investigação e se desafiar a tecer os fios de forma colaborativa, com seus pares, por se tratar de uma proposta pedagógica interdisciplinar. No caso desta pesquisa, encontramos professores, mestres e mestranda com vontade de aprender e ensinar em uma nova perspectiva; o ponto de estrangulamento está no tempo/espaço para planejamento coletivo e interdisciplinar, no chão da escola.

O contexto profissional não permite que os professores da área de CNT se encontrem a cada 15 ou 30 dias, por exemplo, pois, conforme aponta o professor João, a carga horária das disciplinas da FGB diminuiu (J3p) e, por conta disso, o professor precisa se deslocar para outras escolas, a fim de completar suas horas semanais, o que limita os encontros dos professores da área. Neste sentido, os fatores tempo e espaço para FC constituem entraves para trabalhar a Educação CTS, conforme preconizado pela professora Maria: *o maior entrave para inserir a Educação CTS é ter um tempo para planejamento coletivo dentro do seu horário de trabalho (M2b).*

Nóvoa (2019, p. 10) mostra que uma “nova construção pedagógica precisa de professores empenhados num trabalho em equipe e numa reflexão conjunta. É aqui que entra a formação continuada, um dos espaços mais importantes para promover esta realidade partilhada”. O autor critica a impossibilidade de práticas inovadoras e consistentes nas escolas, por serem caracterizadas de rotineiras. Na visão de Nóvoa (2019, p. 11) há, por detrás desse discurso, uma perspectiva de mercado, de venda de cursos e seminários onde “especialistas diversos montam, o seu espetáculo pessoal para venderem aos professores novidades inúteis sobre o cérebro e a aprendizagem, as novas tecnologias ou qualquer outra moda de momento”.

Novas práticas pedagógicas com perspectivas CTS no NEM requerem trabalho coletivo na área. Não se consegue interdisciplinaridade em palestras on-line de formação, disponibilizadas pela Seduc, porque não há diálogo entre os professores da escola. A pesquisadora afirma que a interdisciplinaridade existe se condições de planejamento e FC forem organizadas na escola e credibilizadas pela CRE e pela Seduc (P2j). E complementa: *do contrário, fica só na teoria (P2j).* O trabalho coletivo na área se efetiva no espaço de trabalho dos professores em exercício, por estar diretamente ligado à realidade da escola. As formações da Seduc são contributos importantes, e Nóvoa (2019) afirma que estas não podem ser dispensadas, mas que é na escola que a prática interdisciplinar se efetiva.

Maldaner (1997) critica a colonização das normas pelo mundo sistêmico da política educacional, defendendo a autonomia dos professores para o planejamento coletivo e para a FC, crítica que é revigorada depois de mais de 20 anos, com a proposta da BNCC e do NEM. As mudanças curriculares propostas pelos documentos orientadores requerem trabalho entre áreas o que exige mais do professor.

O professor João assevera que o excesso de carga horária em sala de aula também limita o professor a planejar com perspectiva CTS, porque elas exigem um planejamento maior (J3g). Os professores não se eximem de trabalhar em uma nova perspectiva, desde que as condições de trabalho e salário sejam compatíveis com a nova proposta (Maldaner, 1997).

A professora Maria externaliza sua angústia quanto ao tempo para planejamento coletivo, ao argumentar que, o que mais entrava o trabalho coletivo na área, são os planejamentos coletivos (M3b). Os professores não têm o poder de participar das tomadas de decisão em relação à política educacional que se estabelece nas escolas. Torna-se até contraditório apresentar uma proposta, como a do NEM, com viés ao trabalho protagonista e interdisciplinar, e não oferecer as condições mínimas para decisões coletivas dos professores na área. Semelhante à busca pela ampliação da participação social nas decisões tecnocráticas

do desenvolvimento dos artefatos tecnológicos, os professores buscam participar da gênese de um novo currículo, de forma democrática, por se tratar de uma proposta que lhes dá o papel de protagonistas e por conhecerem as singularidades da realidade escolar.

A professora Maria afirma que o fator tempo para planejamento é um entrave pois enquanto o professor está na FC, a turma está na sala trabalhando sozinha. O professor fica preocupado com o que pode acontecer com a turma e não consegue estar “*por inteiro*” na FC (M4d). A pesquisadora complementa o diálogo da professora Maria, ao dizer que o professor se sente preocupado com o tempo para encaminhar as atividades na turma, enquanto participa da FC, e não consegue estar presente de forma integral (P4e). Isto significa que os professores estão participando das leituras e discussões da FC, mas, em paralelo, estão preocupados com o relógio, porque na troca de períodos precisam encaminhar a próxima turma de alunos.

O professor João complementa a discussão anterior, afirmando que se não houver FC e discussão entre os professores da área e/ou entre as áreas, cada um vai dando a sua aula fragmentada, desarticulada (J2h). E isso é uma grande preocupação no NEM, pois sem trabalho interdisciplinar os professores vão cumprindo a sua tarefa de dar aulas, sem sequer saber o que o colega está a trabalhar. Neste sentido, Martínez (2010, p. 57) contrapõe, afirmando que a “*formação continuada de professores de Ciências, não pode ser reduzida a um processo individual*”, mas, deve fazer parte do processo de contextualização, de acordo com a dinâmica das escolas, das aprendizagens dos alunos, do currículo, etc.

Sem dedicação exclusiva, sem FC e sem planejamento coletivo, os professores têm seu sentimento de pertencimento à área e à escola fragilizados. A tessitura de concepções pedagógicas CTS precisa ser um movimento cauteloso, deliberado e sistemático, e exige um professor compenetrado em sua investigação-ação e não preocupado com o próximo período de aula ou com a próxima escola em que deve se apresentar, isso sem mencionar, ainda, o estresse do trânsito para o deslocamento entre as escolas.

A formação com perspectiva crítica de CTS possibilita a formação integral do ser humano, uma vez que se ancora em um viés humanista, na construção de valores e no bem-estar de todos. Trata-se de uma Educação CTS além de um slogan, para pensar em suas possibilidades perante o predomínio da racionalidade tecnocrática e autoritária. Neste sentido, Auler e Delizoicov (2001) propõem associar um processo problematizador e dialógico à Educação CTS, com vistas a ampliar o campo de visão em detrimento à concepção tecnocrática e salvacionista da Ciência. Santos e Mortimer (2001) também ressaltam as contribuições críticas da perspectiva CTS relacionadas a temas científicos ou tecnológicos problemáticos, que, permeados por discussões e debates, auxiliam nas tomadas de decisão dos alunos no decorrer de sua formação humana e cidadã.

Corroborando com Auler e Delizoicov (2001) e Santos e Mortimer (2001), os autores Tenreiro-Vieira e Vieira (2022), em sua pesquisa contemporânea, argumentam que, para intervir no Pensamento Crítico Criativo (PCC) dos alunos, é necessário que os professores estejam preparados para motivar, fomentar e incentivar a formação do pensamento crítico. Esses autores afirmam que “*é imperioso intervir a nível da formação de professores*” (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2022, p. 145), para facilitar e estimular o PCC dos alunos de forma intencional, sistemática e gradual. O estímulo do PCC possibilita ao aluno agregar conhecimentos e capacidades de avaliar problemas científicos e tecnológicos da sociedade atual e se constituir um cidadão ativo, o que se aproxima da proposta de simulação planejada para a sequência didática, na FC, desenvolvida com os professores de Ciências. Conforme apontado por Santos e Schnetzler (2003), a cidadania se conquista quando são reivindicados valores e princípios éticos, na luta por direitos humanos.

Outro entrave para trabalhar Educação CTS no NEM, relacionado à diminuição da carga horária da FGB, é a inserção dos itinerários na nova proposta curricular, conforme apontado pela pesquisadora: *os itinerários têm carga horária maior para trabalhar de forma mais tranquila, interdisciplinar sem correr* (P3h),

ou seja, o número de horas/aula de química, física e biologia reduziu de dois para um, ou nenhum período semanal, em detrimento aos itinerários formativos, que têm sua carga horária aumentada na etapa final do Ensino Médio. Isso se torna um problema ainda maior quando os alunos não escolhem nenhuma trilha que contemple a área da CNT, pois, nesse caso, o terceiro ano do Ensino Médio se limita a um período semanal para a área de CNT.

Ainda neste sentido, o professor João critica o NEM, quando argumenta que o itinerário tem uma carga maior para abordar a temática com novas perspectivas (J3i), ou seja, a mudança no currículo privilegiando os itinerários formativos, em detrimento das disciplinas da FGB, prejudicou muito as disciplinas das CNT. Cachapuz, Praia e Jorge (2002) argumentam que currículo é uma decisão política e desafiadora, e defendem as suas particularidades regionais, referindo-se ao local em que a escola está inserida, convergindo para as orientações curriculares do artigo 36 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), que considera que a escola deverá organizar diferentes arranjos curriculares, de acordo com o contexto local e as possibilidades de ensino (Brasil, 1996).

A mesma autonomia que é dada pela LDB (1996) é limitada pela BNCC (Brasil, 2018), haja vista que o referido documento contempla, em seu texto, a interdisciplinaridade, mas não estabelece condições para que ela ocorra, na medida em que não preconiza os encontros formativos dos professores da área, para que possam planejar práticas pedagógicas interdisciplinares. Ao mesmo tempo em que a BNCC (Brasil, 2018) limita a autonomia dos professores para a FC, dá total autonomia aos alunos para que escolham qual trilha formativa desejam cursar no NEM. Não se trata, aqui, de repudiar a iniciativa dos organizadores do documento norteador BNCC, mas, de questionar a maturidade de adolescentes e jovens entre 14 e 15 anos de idade na escolha de grande parte das disciplinas que irão compor a etapa final do seu Ensino Médio, ou ainda, nas palavras de Schütz e Cossentin (2019), de eximir os adultos de participarem das decisões e formações de seus alunos. Conte e Trevisan (2023) apontam um esvaziamento curricular na estrutura do Novo Ensino Médio brasileiro por considerar apenas a matemática e a língua portuguesa como disciplinas relevantes articuladas com a política empresarial do Banco Mundial e de organismos internacionais. Além disso, criticam a disciplina de projeto de vida por estimular o aluno a neutralizar a própria ideia no sentido de se sentir um ser humano inconcluso capaz de criar novas conexões com a vida em sociedade.

Por todos esses aspectos, percebemos que o contexto profissional, o planejamento por área e a redução da carga horária da FGB são entraves para trabalhar Educação CTS no NEM, tendo em vista que os professores não possuem docência exclusiva em uma escola, nem mesmo ela tem autonomia para requisitar os professores da área para uma reunião de planejamento, quando desejar. A demanda de trabalhos burocráticos da equipe diretiva também tem aumentado, o que limita sua participação em reuniões de planejamento para fomentar o trabalho interdisciplinar.

Sendo assim, os entraves para a FC e o trabalho interdisciplinar constituem limites que se interpõem na tessitura dos fios do complexo e artesanal trabalho docente. Complexo, por envolver um emaranhado de fios que, de uma forma se entrelaçam, sem permitir ver por onde tecer; de outra, são desvelados pela desenvoltura do nó que entrelaça os fios que compõem a tessitura. Artesanal, porque o professor precisa vestir-se de arte, e tomar nas mãos as agulhas da investigação para tecer o ensino de Ciências, planejando, avaliando e investigando cada detalhe da trama de fios, para que nenhum nó desate em falso, de modo que todos os pontos, transfigurados na metáfora de alunos, tenham competência para agir e tomar decisões responsáveis no mundo em que vivem.

4. De muitos fios se fazem as teias

A análise das reflexões sobre a proposta de FC, desenvolvida com os professores de Ciências sobre Educação CTS no NEM, ofereceu a percepção de que a formação por área, no chão da escola, é um potencial formativo de grande importância no ensino de Ciências. Excertos extraídos do corpus de análise deixam evidente a ampliação das compreensões dos professores sobre Educação CTS e trabalho interdisciplinar. Os professores relatam que se sentem motivados para trabalhar CTS em sala de aula, tendo em vista que a formação forneceu subsídios para o trabalho com essa temática.

O professor João externaliza que os encontros de formação proporcionaram um sentimento de pertencimento do professor à área de CNT, o que é relevante para o ensino de Ciências, por conta do encorajamento do docente em trabalhar visões críticas de CTS com os alunos. Isso implica em assumir uma postura de questionar a construção de artefatos tecnológicos, colocados no mercado com o discurso de beneficiar a população em geral, quando, na verdade, estão por detrás da proposta de venda vantagens empresariais vinculadas ao capitalismo egocêntrico e fanático, e esse viés crítico precisa ser encorajado e mobilizado também nos jovens protagonistas, posto que estes dispõem de “maturidade” para suas escolhas nas trilhas e nos itinerários formativos.

Neste viés, tanto a professora Maria quanto a pesquisadora argumentam que o processo formativo e as discussões dialógicas com os pares possibilitam a compreensão das implicações da Ciência e da tecnologia na sociedade de forma crítica, e isso permite tomar nas mãos as agulhas da investigação para avaliar e replanejar aulas de forma interdisciplinar, fazendo uso de outras perspectivas como a Educação CTS, por exemplo.

A professora Maria percebeu a mobilização dos alunos quando estes foram desafiados para a resolução de situações-problema envolvendo CTS. Alunos do Ensino Médio são jovens, com energia vibrante, que precisam ser desafiados para simular situações que podem ser encontradas no mundo externo aos muros da escola. Ao participarem de simulações, os alunos são motivados a fazer uso dos argumentos criativos e a tomarem decisões sobre situações reais que envolvem episódios valorativos, em direção ao bem-estar da população em geral e em detrimento de decisões tecnicistas e salvacionistas, que discorrem que a Ciência está aí para beneficiar a todos e que dará conta de tudo.

O processo formativo tem seu potencial na FC e no ensino de Ciências, mas, para consolidá-lo na prática pedagógica dos professores, muitos são os limites que se interpõem na tessitura do delicado ato de qualificar e transformar a docência. A redução da carga horária da FGB é um fator que limita o trabalho formativo dos professores na área, tendo em vista que, em virtude dela, os professores precisam completar a carga horária em outra escola, o que compromete o encontro dos docentes no turno destinado à horatividade. O excesso de carga horária dos professores em sala de aula e a demanda por outros trabalhos, como o preenchimento de diários on-line, o planejamento para alunos com necessidades especiais, a correção e devolutivas de trabalhos e provas de turmas numerosas, por exemplo, também comprometem fortemente o planejamento coletivo por área na escola, o que limita e entrava o trabalho interdisciplinar em Educação CTS no NEM.

O aumento da carga horária dos itinerários formativos, em detrimento das horas da CNT na FGB, é outro fator que limita o processo formativo, tendo em vista que o último ano da Educação Básica se limita a um período semanal para trabalhar conceitos de CNT, Educação CTS e outras demandas, orientadas periodicamente pela Seduc, por meio dos grupos de redes sociais, como o WhatsApp, que são aplicativos de orientações poluídas, de tantas informações ali “propostas/impostas”, prejudicando a autonomia para o planejamento compartilhado.

Como poderá o professor tecer suas linhas, na construção da teia e do acolhimento de concepções pedagógicas que requer movimentos lentos, atentos e cautelosos sobre a prática, se a todo o momento este profissional é “bombardeado” por novas e desconhecidas informações da mantenedora, que, por sua vez, repassou informações da Seduc? Como já discutido e apontado anteriormente pelos professores participantes da pesquisa, a profissão de professor é complexa e, por vezes, o docente não parece ser um artista que lapida os valores humanos e sociais de seus alunos, mas, sim, um artista de circo, que, apesar de novos espetáculos, parece não satisfazer mais a equipe de governo, que está preocupada em alcançar índices a qualquer custo.

O que importa, mesmo, é aquilo que fica: de todas as mudanças, podemos sempre aprender algo, e a pesquisa apresentada neste artigo nos mostra que é importante também o professor de Ensino Médio se desafiar e querer. Talvez essa mudança de postura dos professores participantes da pesquisa nesta escola-piloto seja um diferencial em relação às produções já existentes sobre CTS e formação de professores já consolidada no Brasil e na América Latina. Se a BNCC não atendeu as demandas solicitadas por professores pesquisadores e por professores de escola, esta pesquisa, deixa evidente que a proposta das simulações de situações-problemas são válidas e efetivam a formação cidadã do aluno.

Então, é necessário que professores de universidade, equipe de governo, professores da Educação Básica, pais e alunos reavaliem, juntos, a tessitura do NEM até aqui construída. Além disso, que avaliem e consolidem os processos de FC para um trabalho interdisciplinar e reconfigurem a proposta, permanecendo com aquilo que foi válido, em direção a um futuro mais humano e igualitário para todos. Neste sentido, é necessário reconfigurar os processos, para pensarmos dos limites às possibilidades, ou seja, saber distinguir o que é permanente dentro do transitório, conforme as palavras de Maldaner (1999).

6. Agradecimentos

Agradecemos à CAPES por autorizar e dar suporte ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus de Cerro Largo. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

7. Contribuição dos autores

Autora 1: conceitualização, metodologia, redação, investigação. Autora 2: redação. Todas as autoras: revisão e edição.

8. Declaração de fontes de financiamento

CAPES

9. Declaração de uso de inteligência artificial

Durante a preparação deste trabalho as autoras utilizaram a ferramenta Express Scribe com a finalidade exclusiva de transcrição das gravações em áudio dos participantes da pesquisa. Posteriormente, revisaram e editaram o texto, assumindo total responsabilidade pelo seu conteúdo.

10. Declaração de conflito de interesses

As autoras declaram que não há conflito de interesses relacionado à publicação deste artigo.

11. Referências

Acevedo, J. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento de los profesores de educación secundaria em formación inicial. *Bordón*, 52(1), 5-16. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=54647>. Acesso em: 19 out. 2023.

- Acevedo, J., Vásquez, A. y Manassero, M. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, n. 328, p. 355–382. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2002-328-083.
- Auler, Décio y Delizoicov, Demétrio. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, (3)1.
- Auler, D. (2002). *Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências*. [Tese de Doutorado em Educação: Ciências Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/13hEzZ8xw3vArtpG68P1ci5mfAif0trep>. Acesso em: 19 out. 2023.
- Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (2018). http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A., Praia, J. y Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Cachapuz, António, Praia, João y Jorge, Manuela. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Ministério da Educação de Portugal.
- Carr, W., Kemmis, S. (1988). *Teoria crítica de la enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martinez Roca.
- Conte, E., & Trevisan, A. L. (2023). A curricularização do ‘espetáculo’ na nova Base Nacional Comum Curricular. *Retratos da Escola*, 17(37), 245–250. DOI: <https://doi.org/10.22420/rde.v17i37.1625>
- Dagnino, R. (2008a). As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade. *Alexandria*, Florianópolis, 1(2), 3-36.
- Dagnino, R. (2008b). *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas: Unicamp.
- Galiazzi, Maria do Carmo, Lima, Valdevez Marina do Rosário y Ramos, Maurivan Güntzel. (2020). A fusão de horizontes na análise textual discursiva. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 8(19), 610-640. 10.33361/RPQ.2020.v.8.n.19.371
- Güllich, R. I. (2013). *Investigação-formação-ação em ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino*. Curitiba: Prismas.
- Kist, D. y München, S. (2021). A prática docente na educação básica e as relações com a educação CTS. *Revista Insignare Scientia – RIS*, 4(3), 129-144. DOI: 10.36661/2595-4520.2021v4i3.12106.
- Lei 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 1996.
- Lüdke, M. y André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. Rio de Janeiro: EPU.
- Maldaner, O. A. (1997). *A formação continuada de professores: ensino-pesquisa na escola*. [Tese de Doutorado em Educação em Química, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação].
- Maldaner, O. A. (1999). A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. *Química Nova*, 22(2), 289-292. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000200023>
- Martínez, P. L. F. (2010). *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades*. [Tese de Doutorado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, SP]. <http://hdl.handle.net/11449/102011>
- Moraes, R. y Galiazzi, M. C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Muenchen, C. (2010). *A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS*. [Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis]. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93822>.
- Nóvoa, A. (2019). Os professores e a sua formação num tempo de metamorfose da escola. *Educação & Realidade*, 44(3). DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-623684910>
- Pacheco, L. C. y 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), 165-178. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20285>
- Santos, W. L. P. y Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, 7(1), 95-111.
- Santos, W. y Schnetzler, R. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí/RS: Editora Unijuí.
- Santos, R. A. dos y Auler, D. (2019). Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. *Ciência & Educação*, 25(2), 485-503.

Preussler, V. T.; München, S. (2026). *Formação de professores e proposta pedagógica com perspectiva CTS: entrelaçando fios para tecer potencialidades e limites no Novo Ensino Médio*.

Schütz, J. A. y Cossetin, V. L. F. (2019). Orfandade instituída e legalmente amparada: reflexões críticas sobre o “novo” Ensino Médio brasileiro. *Educação Unisinos*, 23(2), 209-225. DOI: <https://doi.org/10.4013/edu.2019.232.04>.

Tenreiro-Vieira, C. y Vieira, R. M. (2022). Pensamento crítico e criativo para uma educação ciência-tecnologia-sociedade. *Revista CTS*, 17(51), 141-155. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/323/285>

Welke, M. y München, S. (2022). Formação continuada de professores de CNT: uma pesquisa a partir do tema bebidas alcoólicas e o ensino CTS. In D. de L. Bonotto, E. da S. Pauletti, F. de A. Leite y J. H. Nilles (org.), *Ciclos de formação de professores na Universidade Federal da Fronteira Sul-Campus Cerro Largo/RS* (pp. 217-225).

Zanon, L. B. (2003). *Interações de licenciandos, formadores e professores na elaboração conceitual de prática docente: módulos triádicos na licenciatura de química*. 2003. [Tese de Doutorado em Educação em Química, Universidade Metodista de Piracicaba, Unimep, Faculdade de Ciências Humanas].