

# Tecné Episteme y Didaxis

# TED 56

**Universidad Pedagógica Nacional**

Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología

Investigación y experiencias en didácticas  
de las ciencias experimentales, las matemáticas y las tecnologías.

Número 56, segundo semestre de 2024

ISSN 2665-3184 para el formato impreso

ISSN 2323-0126 para el formato WEB-Online

Clasificada en Publindex Minciencias en categoría B

---

Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.  
Facultad de Ciencia y Tecnología.

No. 56

Semestral

ISSN 2665-3184 (Impreso)

ISSN 2323-0126 (Web-online)

Antes: Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. No. 1-2 (1991-1992)

1. Enseñanza de las Ciencias – Publicaciones Periódicas. 2. Didáctica de las Matemáticas – Publicaciones Periódicas. 3. Didáctica de la Biología – Publicaciones Periódicas. 4. Didáctica de la Química – Publicaciones Periódicas. 5. Didáctica de la Física – Publicaciones Periódicas. 6. Didáctica de las tecnologías. 7. Didáctica de las Ciencias. 8. Investigación Educativa.

I. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología

---



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL**

*Educadora de educadores*

Helberth Augusto Choachí González

Rector

Paola Acosta Sierra

Vicerrectora de Gestión Universitaria

Víctor Espinosa Galán

Vicerrector Académico

Yaneth Romero Coca

Vicerrectora Administrativa y Financiera

Gina Paola Zambrano

Secretaria General

Hugo Daniel Marín Sanabria

Decano Facultad de Ciencia y Tecnología

Editora

Doctora Diana Lineth Parga Lozano

Universidad Pedagógica Nacional

Departamento de Química y DIE - UPN

## Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Calle 72 No. 11-86, oficina B-230

Tel: (57) 594 1894, ext. 282-256

<http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/TED>

[revistated@pedagogica.edu.co](mailto:revistated@pedagogica.edu.co)

[revistated.fct@gmail.com](mailto:revistated.fct@gmail.com)

Revista dirigida a: investigadores, profesores y estudiantes de pregrado y posgrado de Didáctica de las Ciencias Experimentales, las Matemáticas y las Tecnologías.

### Indexada en:

Publindex, categoría B

Educational Research Abstract, ERA

Índice de Revistas de Educación Superior

e Investigación Educativa, IRESIE

Catálogo Latindex - Sistema Regional de Información

en Línea para Revistas Científicas de América Latina,

el Caribe, España y Portugal

Biological Abstracts

Biblioteca digital OEI <http://www.campus-oei.org/oeivirt/>

DIALNET

CLASE

SciELO Colombia

### Grupo Interno de Trabajo Editorial

Lucía Bernal Cerquera

Coordinadora

Mariel Loaiza

Isabella Rendón Barros

Editoras de revistas

Paula Andrea Cubillos Gómez

Diagramación

Guillermo Castillo

Corrección de estilo

Julián Arcila

Indexación de revistas

Íngrid González

Traducción y corrección de resúmenes en inglés y portugués

Paula Andrea Cubillos Gómez

Portada

*Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales publicados en esta revista siempre y cuando sea citada la fuente.*

*TED no asume necesariamente las opiniones ni los criterios expuestos en los diferentes artículos.*

## Comité científico/editorial

Doctor Agustín Adúriz-Bravo  
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Doctor Amparo Vilches  
Universidad de Valencia, España

Doctor Bruno D'Amore  
Universidad de Bolonia, Italia

Doctora Cristina Conchinha  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Doctor Edgar Alberto Guacaneme Suárez  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Doctor Jesús Enrique Pinto Sosa  
Universidad Autónoma de Yucatán, México

Doctora Luciana Massi  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Doctor Luis Bayardo Sanabria Rodríguez  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Doctor Otavio Aloisio Maldaner  
Universidad Regional UNIJUÍ, Brasil

Doctor Luis Eduardo Ravanal Moreno  
Universidad Central de Chile, Chile

Doctor Roberto Nardi  
Universidad Estatal Paulista, Brasil

## Equipo técnico apoyo editorial

Magister Diana Catalina Carrión Pérez  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Magister Felipe Jorge Fernández Hernández  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Doctor Jairo Robles Piñeros  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Doctor John Alexander Rojas Montero  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Magister Juan Carlos Castillo Ayala  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Laura Catalina Pineda Hernández  
Estudiante de Licenciatura en Química.  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Sebastián Alberto Martínez Martín  
Estudiante de Licenciatura en Química.  
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

# Contenido

## Editorial 7-13

- Competencias digitales docentes: transformaciones derivadas del uso de tecnologías digitales durante el confinamiento 14-31**  
Linda Alejandra Leal-Urueña, Julio Ernesto Rojas-Mesa
- Prácticas transdisciplinarias para el autorreconocimiento y la valoración profesional de docentes en formación 32-55**  
José Joaquín García-García, Nubia Jeannette Parada-Moreno, Carlos Humberto Arredondo-Marín, John Jader Cartagena-Martínez, Andrés Zapata-Marín
- Construcción de modelos explicativos sobre el fenómeno de la menstruación: un análisis desde las enseñanzas escolares 56-75**  
Claudia Ivonne Hernández-Ramírez, Jorge García-Villanueva
- Explorando o jogo Awelé, da família Mancala, com estudantes de Pedagogia 76-93**  
Suzi Alves Silva, Ivanderson Pereira da Silva, Maria Betânia Gomes da Silva Brito
- Experimentação e formação de professores/as de Química: diálogos com a relação com o saber 94-113**  
Amanda Cristina Lança, Welington Francisco
- Menudeando o porcionando: del pedacito de queso a la comprensión de fracciones 114-134**  
José Luis Pérez-Ortiz, Linda Tatiana Díaz-García, Armando Aroca-Araujo
- Modelización de un ecosistema de humedal. Representaciones socioambientales de los estudiantes de secundaria e implicaciones para la enseñanza de la ecología 135-152**  
Susana Abella, Álvaro García-Martínez
- Articulação entre a Cinética Química e a Educação CTS na visão de licenciandos 153-169**  
Lucas Franklin dos Santos Souza, Albino Oliveira Nunes, Anne Gabriella Dias Santos

- Enseñanza, aprendizaje y evaluación de la anatomía macroscópica humana **170-188**  
Janneth Rocío Zúñiga-Prado, Sonia Osorio-Toro, Luz Edith Pérez-Trejos
- La etnobiología y la etnoecología en los relatos de los naturalistas Spix y Martius: contribuciones a la enseñanza y formación docente sensibles a la diversidad cultural **189-206**  
Maria Laura Silva, Geilsa Costa Santos-Baptista
- Respuestas de la educación matemática ante la pandemia por COVID-19. Revisión de literatura **207-224**  
Mónica Marcela Parra-Zapata, Jhony Alexander Villa-Ochoa
- Alimentação no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura de 2012 a 2022 **225-240**  
Sarah Costa Damasceno, Thiago Emmanuel Araújo-Severo
- Reconstrucción curricular a partir de la cosmovisión de plantas y animales **241-257**  
Daniel Eduardo Méndez-Mercado
- Aspectos neurocientíficos da teoria da semelhança na experimentação no ensino de química **258-274**  
Ademir de Souza Pereira, Robson Aldrin Lima Mattos, Márcia Azevedo Campos, Laerte Silva da Fonseca, Maria Ambrosina da Costa
- La TMCC en la revisión del estudio de la función en un problema de ingeniería **275-300**  
Barbara Lutaif Bianchini, Gabriel Loureiro de Lima, Eloiza Gomes
- El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental **301-316**  
Caroline de Goes Sampaio, Alexandre Fábio e Silva de Araújo
- Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar (PRAE): una experiencia pedagógica **317-334**  
Iván Darío Rivera-Gallego
- Acompañamiento de trabajos de grado, mediado por las TIC desde una perspectiva transmedia **335-353**  
Oscar Holguín-Villamil, John Alexander Rojas-Montero, Cristian Fidel Rojas-Montero

## Editorial

Diana Lineth Parga Lozano  
Universidad Pedagógica Nacional  
Editora Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED

En el retorno a la edición de la Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED, actividad que dejé en 2015, quiero ante todo agradecer al profesor Dr. Yair Alexander Porras por el trabajo realizado en su período como editor general de la revista. Quienes hemos experimentado el mundo editorial, en especial de las revistas, sabemos que no es fácil esta tarea, pues dependemos de variables como la continuidad y calidad de artículos que se reciben, el apoyo incondicional y *ad honorem* de los árbitros y del comité científico que respalda la calidad científica de las publicaciones, del equipo de apoyo editorial que cuenta con mínimos recursos para funcionar, de la digitalización de todo el proceso editorial y la necesidad de la ciencia abierta. Aun así, TED continúa, gracias, además, al esfuerzo de profesores, investigadores y estudiantes, que en sus diversas funciones asociadas con edición persisten. Y esto lo ha hecho posible mi antecesor, el profesor Yair Porras.

De otro lado, y viendo el panorama en el cual nos encontramos frente a la educación en ciencias naturales, en educación matemática y en educación en tecnologías digitales, como razón de ser de TED, es necesario preguntarnos para qué educamos desde estas áreas en los diversos niveles de formación, incluyendo los pregrados y posgrados, y si estamos investigando en la perspectiva de una transformación-mejora y social. ¿Seguimos en líneas tradicionales de investigaciones o hay una migración lenta hacia las emergencias y crisis actuales? Seguir en lo tradicional puede indicar que las investigaciones no cambian los problemas educativos o son cambios contextuales y lentos o cortos, que tal vez no persisten; en todo caso, investigar en líneas emergentes evidencia los nuevos problemas, los desafíos de hoy para el mañana, y en los que como investigadores, científicos de las didácticas específicas, y como profesores, debemos insistir para avanzar, divulgar, formar y transformar.

En este número de TED vemos que algunos autores proponen desafíos para la formación docente, otros traen propuestas entre lo tradicional –y algo de lo emergente en la enseñanza de variados contenidos, en el papel de las TIC y de las competencias digitales, en la relación de las educaciones en ciencias y matemáticas, en educación en ciencias y ambiental, en educación en ciencias y matemáticas con lo intercultural y decolonial. Están invitados a leer este número para el cual fueron aprobados 18 artículos provenientes de Brasil, México y Colombia, siendo 14 derivados de Investigación y 4 de Reportes de Caso Educativo. Las temáticas

en general, y para efecto de este editorial, se agrupan así: En el grupo 1 hay 7 artículos sobre Aspectos asociados con la enseñanza; en el grupo 2 se concentran 4 sobre formación de profesores; en el grupo 3 son 5 en educación matemática y en el último grupo, 2 artículos en TIC y competencias digitales.

### Aspectos asociados con la enseñanza

Los siete artículos del grupo *Aspectos asociados con la enseñanza* plantean enseñar ecología, alimentación, menstruación, contaminación ambiental, anatomía macroscópica humana, cosmovisión de plantas y animales y la formulación participativa y comunitaria desde un proyecto ambiental escolar.

- En el artículo **“Modelización de un ecosistema de humedal. Representaciones Socio-ambientales de los estudiantes de secundaria e implicaciones para la enseñanza de la ecología”**, los autores describen el proceso de modelización de un ecosistema de humedal, mediante una maqueta, para enseñar ecología en un grupo de 16 estudiantes de secundaria en Bogotá. Para esto, se propusieron aspectos de la historia ambiental, las relaciones entre organismos y el espacio-tiempo y georreferenciación. La investigación permitió caracterizar las representaciones “socio ambientales” y su complejización, la comprensión de sucesos del pasado producto de variantes socioculturales y ambientales y el apoyo de recursos sensoriales mediante la maqueta para facilitar las explicaciones construidas por los estudiantes.
- **“Alimentação no Ensino de Ciências – Uma revisão de literatura do período de 2012 a 2022”** es un artículo en el cual los autores analizaron enfoques de la enseñanza de las ciencias frente al contenido *alimentación*, considerando que este se debe asumir además de lo biológico, en lo social, político y económico como fundamental. Este estudio es un balance documental brasileiro, hecho a partir de bases de datos / repositorio de CAPES, BDTD y Atas de ENPEC, en Trabajos en Educación Básica y del contexto de docentes en formación y/o en ejercicio. Los resultados muestran un enfoque en la enseñanza centrado en lo nutricional, siendo un contenido usado más para contextualizar con la realidad del estudiantado o relacionar con lo definido por la política curricular. En otros casos, se aborda como parte de lo interdisciplinar y para la formación del profesorado.
- El artículo **“Construcción de modelos explicativos sobre el fenómeno de la menstruación: un análisis sobre las creencias y las enseñanzas en el ámbito escolar”** plantea, desde una investigación exploratoria realizada en México, las construcciones explicativas de tipo discursivo e iconográfico de un grupo de estudiantes de quinto de primaria sobre el fenómeno de la menstruación. Los autores describen que los modelos

científicos escolares de los estudiantes enfatizan en los conocimientos aprendidos en la escuela sobre caracteres sexuales secundarios, la anatomía del aparato reproductor femenino y la menstruación como un proceso natural. Los autores plantean que la sexualidad que se enseña está desprovista de una conceptualización científica y de otras construcciones culturales, siendo carente de interacciones con otros sistemas y las emociones.

- El artículo **“El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental”** es derivado de un estudio brasilero que utiliza la metodología cualitativa y el método exploratorio-descriptivo. En este, los autores analizaron la receptividad de un grupo de estudiantes, de primer año de secundaria, respecto a la presentación y resolución de una situación problema sobre la *contaminación ambiental*, abordaje que se hizo cuando se les enseñó *equilibrio químico*. Los articulistas describen que el ABP permitió la contextualización de la enseñanza con situaciones cotidianas, motivación por aprender, interacción con otros y búsqueda de soluciones frente al problema en cuestión.
  - **“Enseñanza, aprendizaje y evaluación de la anatomía macroscópica humana”** es un artículo de investigación que analizó la enseñanza del contenido *anatomía macroscópica humana* en un programa de Medicina y Cirugía, de una universidad colombiana, por ser importante para la formación de profesionales en salud.
- Para esto, se hizo una investigación fundamentada en el conocimiento didáctico del contenido de cuatro docentes y sus estudiantes, mediante estudio de caso. Los autores asumen que dicha enseñanza no se ha dado de forma integral con el aprendizaje ni la evaluación, lo que podría generar dificultades en la comprensión de la anatomía de los futuros profesionales de la salud y, por lo tanto, comprometer la idoneidad de estos profesionales; además, se cuestiona la enseñanza por transmisión y el desconocimiento de la forma como los estudiantes del caso aprenden.
- El autor del artículo **“Reconstrucción curricular a partir de la cosmovisión de plantas y animales”** describe las cosmovisiones sobre plantas y animales del entorno de una comunidad pluricultural del departamento de Antioquia-Colombia. La investigación asumió el método etnográfico para caracterizar tales visiones y como estas pueden ser incorporadas en el currículo de ciencias naturales como saberes integrados con una educación ambiental intercultural que propende por el cuidado, la conservación de especies locales y la transmisión de saberes ancestrales intra generacionales.
  - El artículo **“Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar, PRAE”** es derivado de un reporte de caso educativo. El autor colombiano describe que realizó una encuesta digital para diagnosticar valores y actitudes relacionadas con el ambiente, considerando ocho variables y siete actores educativos;

además, implementó actividades de educación ambiental desarrolladas por integrantes de una comunidad. Los resultados indican relaciones entre los diferentes actores y componentes de educación ambiental planteados; tales relaciones pueden proponer enfoques diferenciados en la implementación de actividades de educación ambiental y cómo podría ser considerado en un diseño de proyecto ambiental sistemático.

## Formación de profesores de ciencias

En el grupo de la *Formación de profesores de ciencias*, se concentran cuatro artículos que analizan las dificultades del abordaje CTS y cinética química, la función de la experimentación al enseñar y aprender química, el impacto sobre el auto/reconocimiento y la valoración de la profesión docente y la etnobiología y la etnoecología en los relatos de los naturalistas Spix y Martius como contribuciones en la diversidad cultural.

- El artículo **“A articulação entre a cinética química e a educação CTS na visão de licenciandos”**, de autores de Brasil, plantea los aportes que sigue haciendo el enfoque CTS educativo en la investigación, en el favorecimiento de la alfabetización científica, la motivación de los estudiantes frente a ciertos contenidos y en su formación integral. En este contexto, indagaron, mediante encuesta, por las dificultades relacionadas con la articulación entre educación CTS y el contenido de Cinética Química de estudiantes de Licenciatura Química. Desde el análisis del contenido evidencian que el abordaje CTS es concebido como una perspectiva para el protagonismo estudiantil, la formación ciudadana y desarrollo del pensamiento crítico; además, considera que los estudiantes aparentan una visión positivista y neutra de la C&T, caracterizado por un modelo de decisiones tecnocráticas.
- En la **“Experimentação e formação de professores/as de Química: diálogos com a relação com o saber”** los autores utilizaron siete elementos formativos de la relación con el saber, en la perspectiva de Bernard Charlot, para investigar las concepciones de estudiantes de Licenciatura en Química, sobre la función de la experimentación al enseñar y aprender esta disciplina. Se realizó una investigación cualitativa, de estudio de caso en la cual los resultados muestran que las concepciones caracterizadas transitan entre la experimentación investigativa e ilustrativa, lo que se aproxima a la realidad de las escuelas, si bien se requiere tener más discusiones frente al tema.
- En el artículo **“Prácticas transdisciplinares para el autorreconocimiento y la valoración profesional de docentes en formación”**, de autores colombianos, se presenta un estudio de la identidad profesional

docente asociado con la valoración que asume un grupo de 13 estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales, en un curso de Práctica, que integra ciencia, cuerpo, tecnología y arte. Se concluye que luego del curso, los estudiantes mejoran su auto/reconocimiento y valoración de la profesión; tienen nuevas expectativas del trabajo docente, del desarrollo personal mediado por la investigación, de sus fortalezas y debilidades en autoimagen, desempeño social y el placer o dificultades de la docencia.

- En el artículo **“La etnobiología y la etnoecología en los relatos de los naturalistas Spix y Martius: contribuciones a la enseñanza y formación docente sensible a la diversidad cultural”** las autoras indagaron, mediante investigación cualitativa, documental y con análisis de contenido, cómo los informes de la obra *“Através da Bahia”*, de los naturalistas Spix y Martius, pueden contribuir en la enseñanza de las ciencias (biología, química y ecología) y formación docente, en la perspectiva de diversidad cultural, histórica y social.

### Educación matemática

Respecto a la *Educación matemática*, los autores de los cinco artículos de este grupo presentan consideraciones sobre modelaje matemático para enseñar electroquímica en pregrado y por actividad experimental; cómo problematizar las interpretaciones de las fracciones en aula de matemáticas; la teoría de la matemática en el estudio de funciones desde un problema contextualizado en ingeniería civil; la matemática al inicio de la pandemia,

y el juego Awelé en la enseñanza de las matemáticas antirracistas.

- En **“Aspectos neurocientíficos da teoria da semelhança e da modelagem matemática aplicados em uma atividade experimental no ensino de química”** los autores hicieron un estudio cualitativo para analizar cómo una actividad experimental, basada en la Teoría de la Semejanza, y desde una intervención de modelación matemática, contribuye con la construcción del conocimiento en electroquímica, en estudiantes de un pregrado en química en Brasil. Los resultados permiten reflexionar sobre la organización, planificación y relación de mecanismos de atención en el desarrollo de intervenciones con conceptos que involucran el pensamiento matemático y químico.
- **“Menudeando o ‘porcionando’: del pedacito de queso a la comprensión de fracciones”** es un artículo que problematiza la interpretación de las fracciones en aula de matemáticas, a partir de una situación cotidiana de los tenderos: la partición del queso. Para esto, se analizó, desde un enfoque cualitativo y etnográfico y considerando como marco de referencia, el Programa Etnomatemáticas y las representaciones de las fracciones. Se evidenció que los estudiantes comprendieron algunas representaciones de las fracciones como parte-todo, medida y operador.
- El artículo **“La TMCC en la revisión del estudio de la función en un problema de ingeniería”** presenta, desde los planteamientos de la mexicana Patricia Camarena Gallardo,

la Teoría de la Matemática en el contexto de las Ciencias, y desde el cual los autores elaboraron y analizaron una intervención didáctica en la asignatura inicial de Cálculo Diferencial e Integral, el estudio de funciones a partir de un problema contextualizado de la Ingeniería Civil. Desde la intervención, se consideran entre otros temas relacionados con el desarrollo histórico de la noción de función, los obstáculos epistemológicos y las cuestiones cognitivas relacionadas con ella.

- El artículo **“Respuestas de la educación matemática ante la pandemia por COVID-19. Una revisión de la literatura”** presenta una revisión de literatura sobre el panorama de la investigación y la enseñanza en Educación Matemática en este período. Para esto se seleccionaron 50 documentos, analizados desde el *ámbito profesional* y *ámbito científico*. Los análisis resaltan temas, objetos, metodologías y teorías empleadas al hacer investigación en Educación Matemática durante la primera fase de la pandemia. Se evidencian desafíos y la necesidad de ampliar el enfoque para nuevas rutas científicas en situaciones de emergencias y crisis por las que podría moverse la investigación en este campo.
- **“Explorando o Jogo Awelé, da Família Mancala, com estudantes do curso de Pedagogia”** es un estudio en el cual sus autores indagaron por las posibilidades teórico-metodológicas de la exploración del juego “Awelé”, de la familia Mancala, en la enseñanza de las matemáticas antirracistas. Su objetivo central fue explorar tal juego para desarrollar una secuencia didáctica. Se hizo una investigación participativa con un grupo de 21 estudiantes de la asignatura “Conocimientos y Metodologías de Enseñanza de las Matemáticas 2”, del programa de Pedagogía en una universidad de Brasil. Se logró un diseño para estudiantes de cursos de formación docente y de primeros años de la enseñanza fundamental que analiza el rol de los ganadores y perdedores, así como las implicaciones del racismo y colonialismo para pensar otra sociedad.

## TIC y competencias digitales

Se presentan dos artículos, uno sobre el aporte de las TIC en trabajos de grado para analizar la satisfacción de necesidades educativas en contextos de sobrecarga cognitiva y aislamiento social y el otro sobre competencias digitales docentes y transformaciones luego del confinamiento.

- **“Acompañamiento de Trabajos de Grado Mediados por las TIC desde una Perspectiva Transmedia”** es un artículo derivado de un reporte de caso educativo en el contexto de un posgrado. Se analiza el aporte de estas tecnologías en la satisfacción de necesidades educativas en contextos de sobrecarga cognitiva y aislamiento social y se describen las dificultades como la falta de conectividad. Ante esta problemática

y desde una perspectiva transmedia, los autores describen la reconfiguración de procesos formativos remotos durante encuentros sincrónicos y asincrónicos para estimular y enriquecer los procesos educativos y favorecer la capacidad de adaptación e innovación de los estudiantes y profesores del programa.

- El artículo **“Competencias digitales docentes: transformaciones derivadas del uso de tecnologías digitales durante el confinamiento”** indagó por las experiencias educativas mediadas por las TIC durante el cierre de colegios en Colombia para evaluar sus efectos sobre las capacidades para integrar tecnología en las clases

y los conocimientos tecnológicos de los docentes. Se aplicaron dos instrumentos estandarizados de auto reporte a profesores de secundaria y se analizaron por estadística descriptiva y correlacional y análisis temático. Se evidenció que las clases remotas mejoraron las habilidades digitales de los docentes, dadas las interacciones de los conocimientos tecnológicos-pedagógicos. Los autores concluyen que las competencias digitales de los docentes son consecuentes con el dominio en el uso de plataformas y aplicaciones durante el confinamiento, pero es necesario formar sobre mecanismos más complejos de la competencia digital docente.



## Competencias digitales docentes: transformaciones derivadas del uso de tecnologías digitales durante el confinamiento



- Teaching digital skills: transformations derived from the use of digital technologies during confinement
- Ensinar competências digitais: transformações derivadas do uso de tecnologias digitais durante o confinamento

### Forma de citar este artículo:

Leal-Urueña, L. y Rojas-Mesa, J. (2024). Competencias digitales docentes: transformaciones derivadas del uso de tecnologías digitales durante el confinamiento. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 14 - 31. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-20138>

### Resumen

La adopción acelerada de tecnologías digitales para mantener activos los procesos educativos durante la pandemia invita a investigar sus efectos en las competencias digitales del profesorado. Este artículo de investigación indagó sobre las experiencias educativas mediadas por las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) durante el cierre de los colegios en Colombia, con el fin de evaluar sus efectos sobre las capacidades para integrar la tecnología en las clases y los conocimientos tecnológicos de los docentes. Para ello, se aplicaron dos instrumentos estandarizados de autoinforme a 1007 profesores de secundaria. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, correlacional y análisis temático. Los resultados señalan que el uso de las TIC durante las clases remotas mejoró en gran medida las habilidades digitales de los docentes. El apoyo a los estudiantes en el uso de las tecnologías y los conocimientos tecnológico-pedagógicos fueron los aspectos más fortalecidos. Se concluye que las altas valoraciones de las competencias digitales de los docentes son consecuentes con el dominio alcanzado en el uso de diversas plataformas y aplicaciones durante el confinamiento. No obstante, persisten necesidades de formación sobre formas más complejas de la competencia

Linda Alejandra Leal-Urueña\*   
Julio Ernesto Rojas-Mesa\*\* 

\* Doctora en Educación. Profesora Asistente, Departamento de Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. [lalealu@pedagogica.edu.co](mailto:lalealu@pedagogica.edu.co)

\*\* Doctor en Teoría de la Educación y Pedagogía Social. Profesor investigador. Doctorado en Educación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. [juliorojas@usta.edu.co](mailto:juliorojas@usta.edu.co)



digital docente que deben ser consideradas por los programas de preparación inicial y permanente del profesorado.

Palabras clave

competencias del docente; competencia digital; pandemia; tecnología educacional

### Abstract

The accelerated adoption of digital technologies to keep educational processes active during the pandemic invites investigation into its effects on teachers' digital competencies. This research article explored educational experiences mediated by Information and Communication Technologies (ICT) during the closure of schools in Colombia, in order to assess their effects on teachers' abilities to integrate technology into classes and their technological knowledge. To do this, two standardized self-report instruments were applied to 1007 high school teachers. The data were analyzed using descriptive statistics, correlational analysis, and thematic analysis. The results indicate that the use of ICT during remote classes greatly improved teachers' digital skills. Supporting students in the use of technologies and technological-pedagogical knowledge were the most strengthened aspects. It is concluded that the high ratings of teachers' digital competencies are consistent with the proficiency achieved in using various platforms and applications during the lockdown. However, there remain needs for training in more complex forms of teachers' digital competence that should be considered by initial and ongoing teacher preparation programs.

Keywords

teacher competencies; digital competence; pandemic; educative technology

### Resumo

A adoção acelerada de tecnologias digitais para manter os processos educacionais ativos durante a pandemia convidam à investigação de seus efeitos nas competências digitais dos professores. Este artigo de pesquisa examinou as experiências educacionais mediadas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) durante o fechamento das escolas na Colômbia, a fim de avaliar seus efeitos sobre as habilidades para integrar a tecnologia nas aulas e os conhecimentos tecnológico dos professores. Para isso, foram aplicados dois instrumentos padronizados de autoavaliação a 1007 professores do ensino médio. Os dados foram analisados usando estatísticas descritivas, análise correlacional e análise temática. Os resultados indicam que o uso das TIC durante as aulas remotas melhorou significativamente as habilidades digitais dos professores. O apoio aos alunos no uso das tecnologias e o conhecimento tecnológico-pedagógico foram os aspectos mais fortalecidos. Conclui-se que as altas avaliações das competências digitais dos professores são consistentes com o domínio alcançado no uso de várias plataformas e aplicativos durante o confinamento. No entanto, ainda existem necessidades de formação sobre formas mais complexas da competência digital do professor que devem ser consideradas pelos programas de preparação inicial e contínua de professores.

Palavras-chave

competências do docente; competência digital; pandemia; tecnologia educacional

## Introducción

En Colombia, las instituciones educativas permanecieron cerradas durante 77 semanas como consecuencia de los confinamientos ocasionados por la pandemia del COVID-19. Profesores y estudiantes se vieron repentinamente abocados a utilizar las tecnologías disponibles en sus hogares para continuar con los procesos educativos abruptamente interrumpidos. Estas condiciones marcaron grandes dificultades para los docentes y revelaron vacíos en sus conocimientos, habilidades y actitudes para hacer uso efectivo de las TIC (Basilotta-Gómez *et al.*, 2022). Esto representó, además, una mayor carga de trabajo y un alto nivel de ansiedad (Portillo *et al.*, 2020; Banco Mundial *et al.*, 2022). No obstante, las condiciones educativas impuestas por la pandemia parecen haber renovado el interés por la investigación en torno al desarrollo de la competencia digital docente, tras ponerse en evidencia la persistencia de la necesidad de formar a los docentes en el uso de las tecnologías digitales (Basilotta-Gómez *et al.*, 2022).

Un año antes de la pandemia, los resultados de las pruebas PISA 2018 mostraban que al menos un tercio de los estudiantes asistían a instituciones educativas en las que los profesores carecían de las competencias técnicas, pedagógicas y comunicativas para incorporar eficazmente la tecnología. En el caso colombiano, solo el 55,5 % de los directivos docentes encuestados consideró, en ese momento, que los profesores de sus instituciones contaban con las competencias necesarias para integrar los dispositivos digitales en la enseñanza (OCDE, 2020). De manera análoga, el análisis de competencias de los profesores latinoamericanos realizado por Estrada y Lombardi (2020) reportó que el 46 % de los profesores de la región presentan déficits en las competencias cognitivas necesarias para

resolver problemas en los entornos digitales (Banco Mundial *et al.*, 2022).

El escenario pos-COVID plantea una pregunta relevante acerca de si los diversos tipos de estrategias de educación mediada por tecnología implementadas durante los confinamientos tuvieron algún efecto sobre las competencias digitales del profesorado colombiano. Para ello, este artículo presenta los resultados de la evaluación de competencias digitales de docentes colombianos una vez superada la pandemia y los contrasta con las prácticas mediadas por tecnología promovidas por los docentes durante el cierre de las instituciones educativas. Esto con el fin de identificar avances y necesidades persistentes que puedan ser abordados por los programas de formación inicial y permanente del profesorado.

## Antecedentes

Estudios sobre las asociaciones entre las competencias digitales, los conocimientos tecnológicos y las actitudes de los docentes hacia la tecnología muestran la existencia de correlaciones positivas entre las competencias digitales y los conocimientos tecnológicos (Tondeur *et al.*, 2020; Leal-Urueña y Rojas-Mesa, 2020). Además, señalan que las actitudes hacia la tecnología son un indicador importante del nivel del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) (Tondeur *et al.*, 2017), que la autoeficacia en el uso de las TIC es un fuerte predictor del conocimiento tecnológico (Wang y Zhao, 2021), y que la falta de habilidades para el manejo de las TIC afecta la intención de uso y dificulta su integración en los entornos educativos (Alvarado *et al.*, 2020).

En relación con los datos de dos estudios a gran escala, el Programa para la Evaluación Internacional de las Competencias de

los Adultos (PIAAC) y la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje (TALIS), Hämäläinen y otros (2020) encontraron una notable variación entre las percepciones de los docentes sobre sus habilidades digitales y sus conocimientos para solucionar problemas en ambientes enriquecidos por tecnología. Además, observaron una menor variación en las actitudes: aunque los docentes reconocían la importancia de enseñar con TIC, no todos consideraban que sus habilidades digitales fueran importantes para su trabajo.

En cuanto a los niveles de competencia digital de los docentes, la revisión sistemática realizada por Basilotta-Gómez *et al.* (2022) muestra avances moderados en varias áreas, como la capacidad de resolver problemas utilizando las TIC, trabajar en red, utilizar tecnologías web 2.0 para evaluar, crear y editar documentos, administrar cuentas en línea, comunicarse por correo electrónico, enviar y recibir mensajes, participar en redes sociales, encontrar y usar artículos, noticias y vídeos, gestionar el tiempo y organizar y presentar información compleja. No obstante, indican que el nivel general de competencia digital de los docentes no supera el nivel medio-bajo en habilidades para interpretar y evaluar recursos de representación, análisis y evaluación de mensajes, manejo de sistemas de comunicación multimedia y multimodal, adaptación de las tecnologías a sus objetivos comunicativos, y reproducción y control de sonidos e imágenes.

De acuerdo con Atman y Koçak (2019), los docentes se benefician de las TIC en la búsqueda de fuentes, la preparación del plan de lecciones y materiales, y para fines administrativos. Por su parte, durante el uso en el aula prevalece la promoción de habilidades de búsqueda y procesamiento de información. Sugieren que el valor determinante para definir la competencia digital del profesorado es la calidad de uso de las TIC por parte de docentes y estudiantes, más que el tiempo, la frecuencia o la diversidad de tecnologías empleadas. Seufert *et al.* (2021) señalan que los docentes dedican poco tiempo a la creación y planificación de entornos integrados de aprendizaje con TIC.

Por otra parte, Leal-Urueña y Rojas-Mesa (2020) analizaron las competencias digitales y los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido de docentes en formación. Encontraron que las competencias mejor valoradas corresponden a las capacidades para motivar a los estudiantes para utilizar las TIC de manera positiva y crítica. Sin embargo, entre las competencias menos desarrolladas se encuentran las habilidades para diseñar aplicaciones para entornos educativos específicos, seleccionar efectivamente aplicaciones para crear ambientes de aprendizaje, y diseñar ambientes de aprendizaje con la infraestructura disponible. En cuanto al TPACK, identificaron una baja apreciación de los conocimientos relacionados con el contenido tecnológico, el contenido pedagógico y el contenido tecnológico-pedagógico. Este hecho concuerda con las limitadas capacidades para seleccionar tecnologías para la clase y combinar de manera efectiva tecnologías, enfoques pedagógicos y contenidos.

Estas relaciones entre conocimientos, habilidades y percepciones relacionadas con diversas formas de uso de la tecnología con propósitos educativos señalan la importancia de investigar los efectos inéditos que el escenario COVID generó en el uso intensivo de tecnologías para mantener activos los procesos educativos. Además, resalta la importancia de conocer sus efectos en las percepciones de los docentes sobre sus competencias digitales.

## Referentes teóricos

La competencia digital del profesorado abarca, de acuerdo con los estándares internacionales (Unesco, 2018; European Commission, 2017; INTEF, 2017; ISTE, 2017; MEN, 2013), un conjunto amplio de habilidades que incluye la alfabetización digital, el aprovechamiento de las TIC para la comunicación, interacción y colaboración, la solución de problemas técnicos, la creación de contenidos, el diseño de actividades y entornos auténticos, la integración con el currículo y en la solución de problemas, el aprovechamiento de las TIC para el aprendizaje y la construcción de conocimiento, el análisis de información y evaluación, el aprendizaje inclusivo y personalizado, el conocimiento de las políticas de TIC en la educación, la formación de la ciudadanía digital, el uso seguro de las tecnologías, la gestión educativa y el desarrollo profesional, entre otros asuntos (Leal-Urueña, 2020).

La competencia digital está ligada también al conocimiento tecnológico de los profesores. Este comprende los conocimientos requeridos para integrar la tecnología en la enseñanza y las formas de pensar y trabajar con la tecnología (Mishra y Koehler, 2006). El conocimiento tecnológico se extiende, de acuerdo con el modelo TPACK, al conocimiento tecnológico del contenido, al conocimiento tecnológico pedagógico y al conocimiento

tecnológico pedagógico del contenido, que constituyen la base del aprendizaje efectivo con tecnología y su aprovechamiento para el logro de aprendizajes significativos. Estos conocimientos incluyen la representación de conceptos a través de las tecnologías, las técnicas pedagógicas para emplear las tecnologías de manera constructiva en el aprendizaje del contenido, el conocimiento de las dificultades en el aprendizaje de los conceptos y las formas en las que la tecnología puede ayudar a corregirlos, y las formas en las que las tecnologías se pueden usar para construir nuevas epistemologías o fortalecer las existentes a partir de los conocimientos previos de los estudiantes (Koehler y Mishra, 2009).

## Metodología

Este estudio de caso, de alcance descriptivo, se llevó a cabo con 1007 profesores de secundaria (565 mujeres y 442 hombres) que laboran en 157 instituciones educativas públicas (71 %) y privadas (29 %) de la ciudad de Bogotá. La distribución de profesores por áreas de desempeño fue la siguiente: Artes 5,2 %, Ciencias naturales 11 %, Ciencias sociales 20,4 %, Humanidades 20,1 %, Matemáticas 7,3 %, Tecnología 18,8 % y otras 18,3 %. La edad promedio fue de 38,12 años (SD = 9,89, Min = 21 Max = 69); el promedio de experiencia profesional docente fue de 12,17 años (SD = 8,75, Min = 1, Max = 43). El 67,3 % (678) de los docentes había recibido formación en TIC y el 56,8 % (571) aseguró haber integrado tecnología en sus clases antes de la pandemia.

Para evaluar las competencias en el uso de las TIC se utilizó el cuestionario estandarizado elaborado por Tondeur *et al.* (2015), con  $\alpha$  de Cronbach = 0,92. Este instrumento se compone de 19 preguntas divididas en dos factores: 1) apoyar a los estudiantes en el uso

de las TIC en sus procesos de aprendizaje, con 11 ítems, y 2) utilizar TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción, con 8 ítems. Para su valoración, se utiliza una escala de Likert de 5 valores, desde 1 asignado a “nada capaz” hasta 5 para “totalmente capaz”.

Los conocimientos tecnológicos se evaluaron empleando la escala de autorreporte del conocimiento tecnológico ТРАСК, diseñada por Schmidt *et al.* (2009), específicamente los 18 ítems que vinculan conocimientos tecnológicos y que presentan un grado de confiabilidad o  $\alpha$  de Cronbach = 0,88. Los ítems se evaluaron a través de una escala de Likert de 5 valores, donde 1 es “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”.

La información sobre las formas de uso de las TIC durante el cierre de las instituciones educativas se recogió mediante un cuestionario de seis preguntas abiertas que indagaron acerca de la percepción de mejora en las habilidades en el uso de la tecnología tras el confinamiento, las experiencias de integración de tecnología durante la pandemia, las tecnologías utilizadas con mayor frecuencia para ofrecer explicaciones, hacer articulaciones con el currículo o crear entornos de aprendizaje, así como por los temas sobre los cuales necesitan fortalecer su formación para un mejor aprovechamiento de las TIC en el trabajo docente.

Los cuestionarios fueron aplicados en línea y enviados a los correos electrónicos institucionales de los profesores, a través de docentes que sirvieron como enlaces de contacto en cada uno de los colegios. Los datos fueron recopilados entre marzo y mayo del 2022. Los datos de los instrumentos de autorreporte se contrastaron con las experiencias de uso de tecnología reportadas por cada docente empleando la técnica de análisis temático (Braun y Clarke, 2006). Para ello, las respuestas fueron organizadas y analizadas identificando los temas más relevantes y las referencias cruzadas que vinculan conceptos y permiten hacer comparaciones. Como resultado de este proceso fue posible construir interpretaciones acerca de las perspectivas de los profesores sobre las experiencias de integración de las TIC durante el confinamiento y su impacto en sus competencias digitales.

## Resultados y análisis

Los resultados de este estudio se presentan en dos apartados. El primero recoge el análisis de las experiencias de integración de tecnología llevadas a cabo por los docentes, organizadas en categorías que expresan las iniciativas, avances y dificultades encontradas. El segundo detalla los resultados estadísticos sobre las valoraciones de los docentes acerca de sus competencias digitales y conocimientos tecnológicos, así como sus correlaciones tras sus experiencias de uso de TIC durante la pandemia. La contrastación de estas dos perspectivas de análisis arroja luz sobre aspectos a considerar en la formación inicial y permanente de las competencias digitales del profesorado.

## Experiencias educativas con tecnología durante la pandemia

Las experiencias de integración de TIC durante el cierre de los centros educativos comenzaron con la necesidad de llevar el colegio a casa mediante la difusión de clases y materiales educativos a través de dispositivos y aplicaciones disponibles en los hogares. Con el paso de los meses y tras la agudización de la crisis sanitaria, las experiencias evolucionaron por diferentes caminos que incluyeron reflexiones sobre la transición de la educación presencial a la educación virtual, así como el descubrimiento y aprovechamiento de tecnologías hasta entonces inexploradas, como el uso de plataformas de comunicación y aplicaciones para la creación de contenidos digitales. En este proceso, se potenciaron las competencias digitales de los docentes y surgió el apoyo a aquellos sin experiencia previa en el uso de las TIC.

Otros docentes tuvieron que enfrentar por su cuenta el proceso de aprender a usar la tecnología o aprender a usarla con sus estudiantes. En todos los casos, los esfuerzos de adaptación fueron animados por la intención de desarrollar procesos educativos inclusivos, pese a las condiciones adversas de muchos de sus estudiantes y de sí mismos. Sobre cada una de estas formas de relación que establecieron los profesores con la tecnología se recogen algunos de sus principales logros y las dificultades que enfrentaron.

### “Llevar el colegio a casa”: educación tradicional con difusión por medios digitales

En la búsqueda de ofrecer alternativas para continuar con el trabajo de las clases presenciales, la práctica más común entre muchos docentes al comienzo del cierre consistió en el diseño de guías para ser enviadas a los

estudiantes a través de *WhatsApp* o correo electrónico. Con el transcurso de los días, estas guías fueron complementadas con materiales de referencia disponibles en línea para apoyar las explicaciones de los diversos temas.

Dado que los materiales disponibles en línea no se ajustaban a las particularidades de las clases, muchos docentes optaron por crear sus propios videos explicativos y publicarlos en sus recién creados canales de YouTube. También grabaron explicaciones acerca de cómo debían realizarse las actividades propuestas en las guías. Los estudiantes que recibían estos materiales podían realizar preguntas a través de los grupos de clase creados en *WhatsApp*.

Algunas experiencias evolucionaron para permitir la interacción entre estudiantes y docentes a través de encuentros sincrónicos, utilizando diversas plataformas de comunicación por videochat, con el fin de retomar las dinámicas de interacción de las aulas de clase. Se privilegió el uso de Google Meet y sus extensiones que facilitaban el control de asistencia y el levantar la mano para pedir la palabra. Una práctica común durante estos encuentros fue el trabajo de varias áreas simultáneamente. En este sentido, se fortaleció la integración de áreas y en algunos casos se propusieron proyectos transversales. La siguiente respuesta, consignada por uno de los docentes, refleja el esfuerzo llevado a cabo por los profesores en estas sesiones:

La coyuntura de la pandemia requirió hacer un trabajo interesante pero profundamente complejo, en que se pudieran unir tres asignaturas diferentes (tecnología, danzas, educación física) en una sola gestión pedagógica, guía y encuentros sincrónicos, para abordar las competencias básicas del aprendizaje y la capacidad de los individuos para resolver problemas y/o construir, modelar herramientas o

extensiones corporales. (Respuestas al cuestionario sobre formas de uso de las TIC durante el cierre de las instituciones educativas, 2022)

Varios docentes adoptaron el modelo de aula invertida, enviaron los vídeos con las explicaciones previas a la clase y aprovecharon el encuentro sincrónico para comentar, discutir y realizar otras actividades. Aunque muchos reconocen que esto se hizo especialmente por las dificultades que encontraron para transmitir el vídeo y el audio a través de las plataformas de videotelefonía más que por su conocimiento de esta modalidad de aprendizaje.

Una de las principales dificultades señaladas por los profesores de manera recurrente corresponde a las limitaciones de estas plataformas de videotelefonía para el trabajo en grupo entre los estudiantes, lo que llevaba a concentrar toda la atención y esfuerzo en la interacción con el docente. Entre las alternativas que surgieron para promover la participación de los estudiantes se destacan: el uso de encuestas en línea, empleadas para introducir y contextualizar las temáticas en las sesiones en línea, así como para conectar con las emociones de los estudiantes durante la cuarentena; y, la adopción de muros virtuales colaborativos, especialmente en *Padlet* y *Miro*, a través de los cuales los estudiantes podían intervenir y trabajar en línea simultáneamente durante las sesiones de clase. Algunos, más expertos, incluyeron lecciones interactivas elaboradas en *Nearpod* durante sus videoconferencias. Con el fin de resolver el problema de la evaluación y de hacerla más interactiva y lúdica, algunos docentes integraron aplicaciones en línea. Entre ellas, se destacó el uso de *Kahoot!* y *Quizizz*.

### Transiciones entre la educación presencial y la educación virtual

Con el transcurrir de los meses, el abordaje de las clases a través de plataformas de videochat para emular las sesiones presenciales parecía no ser la más adecuada. Dentro de las modificaciones adoptadas, sobresale la creación de espacios virtuales de aprendizaje mediante el uso de servicios web educativos, especialmente *Google Classroom*.

La incorporación de estas plataformas correspondió, en la mayoría de los casos, a decisiones institucionales y resultó útil para los colegios que no disponían de instalaciones previas de LMS como *Moodle*. Estos espacios sirvieron para asignar, recibir entregas, evaluar a través de rúbricas, compartir material interactivo, calificar y retroalimentar los trabajos, y, en algunos casos, promover el trabajo colaborativo.

En el mismo sentido, pero ya como iniciativas personales de algunos docentes, se aprovecharon recursos web 2.0, tipo *wiki*, para fortalecer procesos de escritura y fomentar la participación e interacción entre pares. En algunos casos se incluyeron prácticas como dar "Me gusta" a las respuestas generando dinámicas de red social.

Las posibilidades de acceso a dispositivos, aplicaciones y buena conexión a internet marcaron la diferencia en la versatilidad y número de aplicaciones que pudieron implementar los docentes. Es importante señalar que estos casos fueron excepcionales:

La educación virtual se hizo obligatoria, pero gracias a las facilidades de acceso con las que cuentan las familias de la institución, se ha facilitado nuestra labor docente pues podemos disponer de TIC crear y aplicar diferentes RED que ayudan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un caso específico desde mi área, es la enseñanza de los diferentes tiempos verbales, que por medio de presentaciones en línea (*Google presentations, Jamboard*), juegos (*Kahoot, Wooclap, Mentimeter*), videos (*Screamcast-o-matic, Loom*), ejercicios prácticos (*english perfect grammar, agendaweb*), entre muchas otras. Se ha logrado llevar a cabo este proceso tan importante, y con la posibilidad de ser consultado cuantas veces desee el estudiante. (Respuestas al cuestionario sobre formas de uso de las TIC durante el cierre de las instituciones educativas, 2022)

### Creación de recursos educativos digitales

Tras la prolongación de los confinamientos, algunos profesores avanzaron en el uso de nuevas alternativas tecnológicas para crear recursos educativos más llamativos con el propósito de capturar la atención de los estudiantes y motivarlos a aprender. Se destaca la creación de presentaciones interactivas y contenidos digitales gamificados empleando principalmente *Educaplay, Canva* y *Classcraft*.

En muchos casos, esto requirió que los profesores tuviesen que aprender por su cuenta

a manejar múltiples aplicaciones. Pese al esfuerzo y tiempo que este trabajo adicional representó, muchos señalan que fue indispensable hacerlo para mantener la atención y motivación de los estudiantes:

Cuando la pandemia por coronavirus nos llevó a la educación remota, tuve que adaptar todas mis clases a través de diferentes herramientas tecnológicas: desde aprender a hacer video-tutoriales para mis estudiantes, hasta diseñar y aplicar estrategias de gamificación con plataformas interactivas. Soy profe a cargo de siete asignaturas diferentes (lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, sociales, programación, competencias ciudadanas), así que el apoyo en las TIC fue crucial para seguir conectada con mis estudiantes de diferentes maneras. (Respuestas al cuestionario sobre formas de uso de las TIC durante el cierre de las instituciones educativas, 2022)

### Percepciones de mejora en las habilidades en el uso de la tecnología tras el confinamiento

De los 1007 profesores que participaron en este estudio, 56 docentes (5,56 %) reportaron no haber logrado desarrollar los procesos educativos haciendo uso de ningún tipo de tecnología, debido principalmente a la imposibilidad de sus estudiantes de acceder a un dispositivo tecnológico o de conectarse a Internet durante los confinamientos. En tiempos del COVID-19, las nulas opciones de conectividad, las conexiones deficientes a Internet, el alto costo de acceso a este servicio en Colombia y la precariedad de los dispositivos digitales con los que contaban los estudiantes en sus hogares determinaron, en muchos casos, la interrupción del proceso de formación.

Entre los profesores que hicieron uso de algún apoyo tecnológico para continuar con su trabajo durante el cierre de las instituciones educativas, el 10 % de los encuestados consideró que sus habilidades para el uso y la integración de tecnología en sus clases siguieron siendo las mismas, el 32 % que mejoraron un poco y el 58 % que mejoraron en alto grado.

## Valoración de las competencias digitales luego de las experiencias en pandemia

La valoración general de los dos factores que evaluaron las capacidades para integrar las TIC en las clases tras la pandemia se presenta en la tabla 1. El rango de variación de cada ítem se fijó entre 1,0 y 5,0.

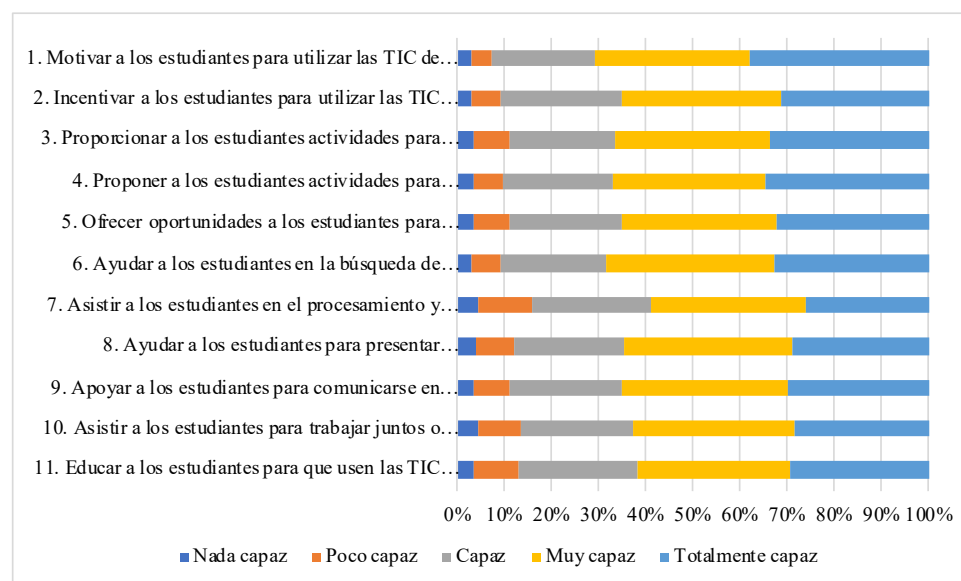
Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las capacidades para integrar las TIC en las clases

Capacidades para integrar las TIC	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Factor 1. Apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje	3,82	0,96	1,00	5,00
Factor 2. Utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción	3,65	0,90	1,00	5,00

Fuente: elaboración propia.

Si se desagrega el factor 1, se puede observar que el 31 % de los profesores se considera totalmente capaz, el 34 % muy capaz, el 24 % capaz, el 8 % poco capaz y el 4 % nada capaz de apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje (figura 1).

Figura 1. Capacidades para ayudar a los estudiantes en el uso de las TIC



Nota: La figura muestra las capacidades de los docentes para apoyar a los estudiantes en el aprovechamiento de las TIC en sus procesos de aprendizaje.

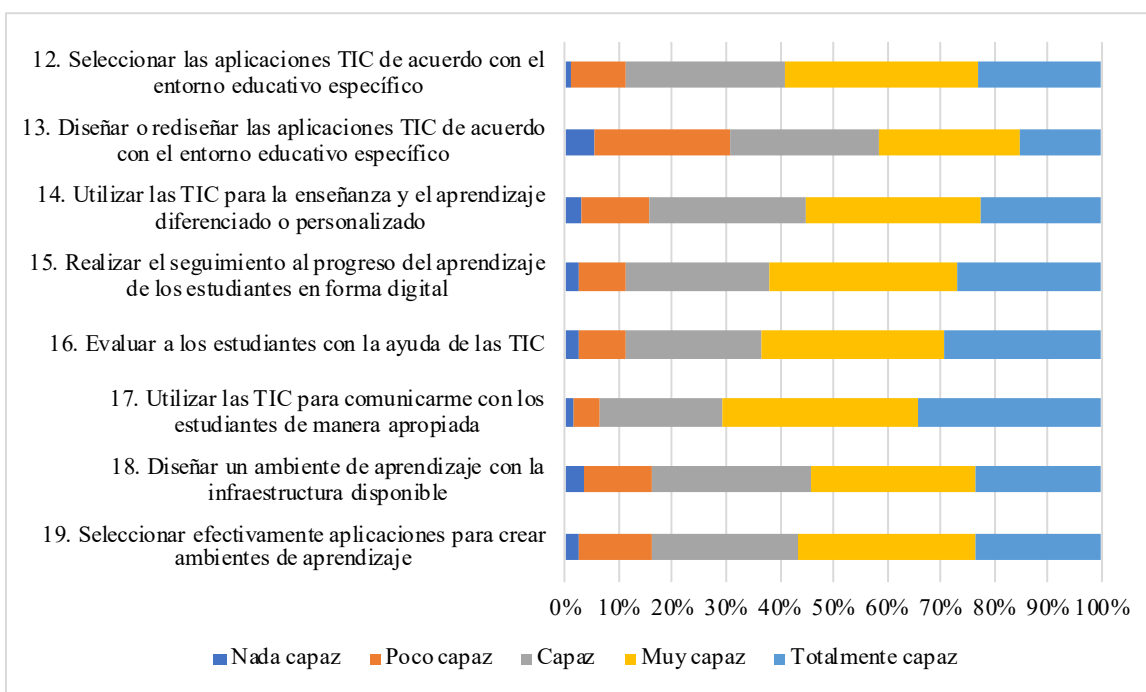
Fuente: elaboración propia.

Los docentes se perciben mejor preparados para motivar a los estudiantes para utilizar las TIC de una manera positiva ( $M = 3,98$ ,  $SD = 1,03$ ); ayudar a los estudiantes en la búsqueda de información ( $M = 3,88$ ,  $SD = 1,03$ ); proponer a los estudiantes actividades para aprender los temas usando TIC ( $M = 3,88$ ,  $SD = 1,06$ ). En menor grado, se sienten capaces de proporcionar actividades para ejercitar los conocimientos y habilidades a través de las TIC ( $M = 3,86$ ,  $SD = 1,08$ ); incentivar el uso crítico de las TIC ( $M = 3,84$ ,  $SD = 1,04$ ); y ofrecer oportunidades a los estudiantes para expresar sus ideas de for-

ma creativa a través de las TIC ( $M = 3,82$ ,  $SD = 1,08$ ). En esta categoría, los mayores desafíos se encuentran en la capacidad para asistir a los estudiantes en el procesamiento y administración de la información (organizar, analizar, compartir, etc.) por medio de las TIC ( $M = 3,65$ ,  $SD = 1,11$ ).

Las competencias valoradas como más deficientes corresponden al factor 2. En este caso, el 25 % de los docentes se considera totalmente capaz, el 33 % muy capaz, el 27 % capaz, el 12 % poco capaz y el 3 % nada capaz de utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción (figura 2).

Figura 2. Capacidades de uso de las TIC para apoyar y fortalecer prácticas de instrucción



Nota: La figura muestra las capacidades de los docentes para utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción.

Fuente: elaboración propia.

En esta categoría, los profesores se sienten mejor preparados para utilizar las TIC para comunicarse con los estudiantes de manera apropiada ( $M = 3,97$ ,  $SD = 0,96$ ); evaluar a los estudiantes con ayuda de las TIC ( $M = 3,79$ ,  $SD = 1,05$ ); realizar el seguimiento al progreso

del aprendizaje de los estudiantes en forma digital ( $M = 3,75$ ,  $SD = 1,02$ ), y seleccionar aplicaciones de acuerdo con el entorno educativo específico ( $M = 3,69$ ,  $SD = 0,98$ ).

Los docentes reconocen sus dificultades para diseñar o rediseñar aplicaciones TIC de

acuerdo con el entorno educativo específico ( $M = 3,20$ ,  $SD = 1,14$ ); diseñar un ambiente de aprendizaje con la infraestructura disponible ( $M = 3,59$ ,  $SD = 1,08$ ); utilizar las TIC para la enseñanza y el aprendizaje diferenciado o personalizado ( $M = 3,59$ ,  $SD = 1,06$ ); y seleccionar efectivamente las aplicaciones para crear ambientes de aprendizaje ( $M = 3,62$ ,  $SD = 1,07$ ).

### Valoraciones del conocimiento tecnológico luego de la pandemia

El promedio general de las valoraciones otorgadas por los docentes a cada una de las categorías en las que se evaluó su conocimiento tecnológico tras sus experiencias de uso de tecnología en la pandemia se presenta en la tabla 2. El rango de variación de cada ítem se fijó entre 1,0 y 5,0.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las categorías de conocimiento tecnológico de los profesores

Conocimiento tecnológico	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Conocimiento tecnológico	3,71	0,83	1,00	5,00
Conocimiento tecnológico del contenido	3,70	0,88	1,00	5,00
Conocimiento tecnológico pedagógico	3,82	0,79	1,00	5,00
Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido	3,74	0,92	1,00	5,00

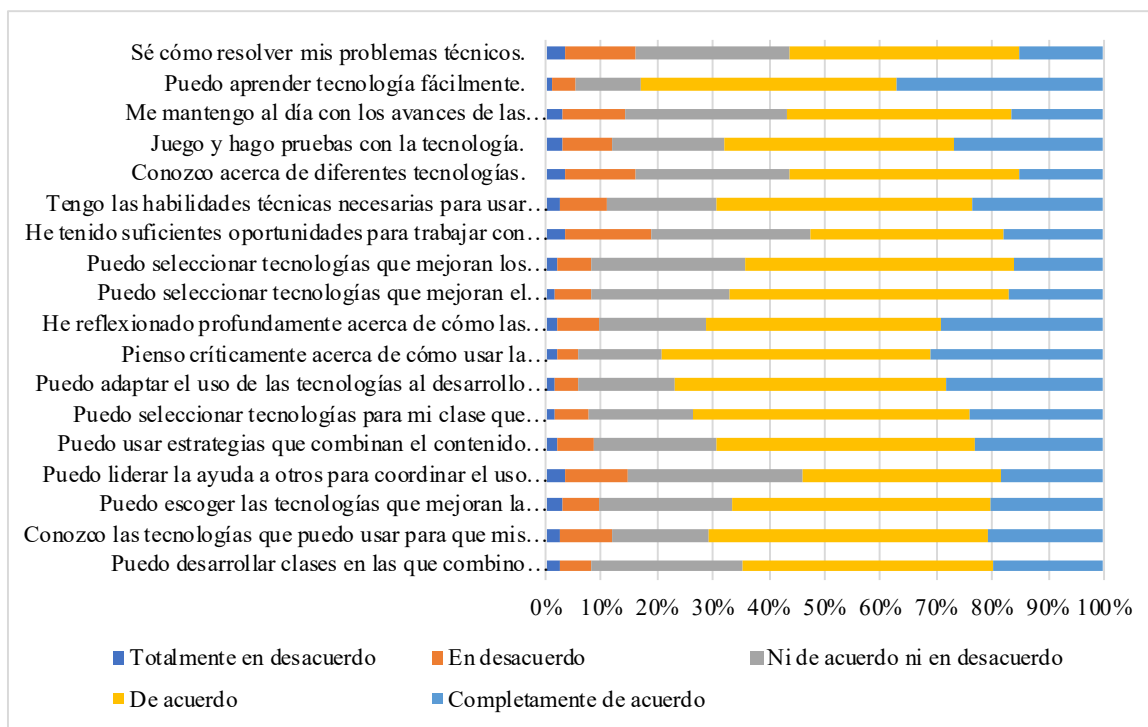
Fuente: elaboración propia.

Los datos muestran que la categoría mejor evaluada corresponde al conocimiento tecnológico pedagógico ( $M = 3,82$ ;  $SD = 0,79$ ) y que los índices más bajos se encuentran en el conocimiento tecnológico del contenido ( $M = 3,70$ ;  $SD = 0,89$ ). Las percepciones de los docentes acerca de su conocimiento tecnológico se resumen en la figura 3.

En general, los profesores sienten que pueden aprender fácilmente sobre tecnología ( $M = 4,14$ ,  $SD = 0,86$ ), así como pensar críticamente acerca de cómo usar la tecnología en sus clases ( $M = 3,97$ ,  $SD = 0,88$ ). Además, consideran que tienen facilidades para seleccionar tecnologías que mejoren el aprendizaje de los estudiantes ( $M = 3,89$ ,  $SD = 0,97$ ); adaptar el uso de tecnologías al desarrollo de diferentes actividades docentes ( $M = 3,89$ ,  $SD = 0,90$ ) y seleccionar tecnologías que mejoren lo que enseñan, la forma en que enseñan y lo que los estudiantes aprenden ( $M = 3,82$ ,  $SD = 0,94$ ).

Se aprecia también que los profesores consideran que no han tenido suficientes oportunidades para trabajar con diferentes tecnologías ( $M = 3,48$ ,  $SD = 1,07$ ); que no se sienten capacitados para resolver sus problemas técnicos ( $M = 3,52$ ,  $SD = 1,01$ ) ni para usar estrategias que combinen el contenido disciplinar, tecnología y enfoques pedagógicos ( $M = 3,54$ ,  $SD = 1,03$ ), y que les cuesta mantenerse al día con los avances de las tecnologías más importantes ( $M = 3,57$ ,  $SD = 0,99$ ).

Figura 3. Conocimiento tecnológico de los docentes



Nota: La figura muestra los conocimientos tecnológicos de los docentes de acuerdo con el modelo TPACK.

Fuente: elaboración propia.

### Relaciones bivariadas entre las competencias en el uso de las TIC y los conocimientos tecnológicos

Con el fin de determinar si existe asociación entre las competencias para la integración de las TIC y el conocimiento tecnológico de los profesores luego de las experiencias de uso de la tecnología durante el confinamiento, se calculó la correlación de Pearson (tabla 3).

Tabla 3. Matriz de correlaciones entre las puntuaciones de las competencias para integrar las TIC y los conocimientos tecnológicos

	F1	F2	CT	CTC1	CTP
F2	0,74**				
ct	0,57**	0,65**			
CTC1	0,55**	0,66**	0,71**		
CTP	0,65**	0,74**	0,79**	0,82**	
CTPC1	0,58**	0,65**	0,65**	0,69**	0,77**

Nota: F1: apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje; F2: utilizar las TIC para apoyar y fortalecer su práctica de instrucción; CT: conocimiento tecnológico; CTC: conocimiento tecnológico del contenido; CTP: conocimiento tecnológico pedagógico; CTPC: conocimiento tecnológico pedagógico del contenido.

\*\* La correlación es significativa al nivel de 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia.

Los datos indican que los puntajes de los factores de competencias para integrar las TIC y las categorías de conocimientos tecnológicos están correlacionados positivamente con todas las categorías del conocimiento tecnológico ( $p < 0,001$ ). Esta correlación sugiere que los docentes con un alto nivel de percepción de conocimientos tecnológicos tienden a mostrar niveles elevados de competencias digitales y viceversa. El factor 2, que evalúa la competencia de utilizar las TIC para apoyar y fortalecer las prácticas de instrucción, está altamente correlacionado con los conocimientos tecnológicos de los profesores.

Estos datos son consistentes con el progreso en la percepción de mejora en las habilidades para el uso de tecnología con propósitos educativos reportadas por los profesores, así como con la mejora progresiva en la adopción de aplicaciones cada vez más especializadas. Sin embargo, este proceso no ocurrió en todos los casos, ya que dependía de múltiples factores.

## Discusión y conclusiones

El uso intensivo de las TIC, como único medio disponible para dar continuidad a los procesos educativos durante la emergencia sanitaria, incidió positivamente en el nivel de competencia digital de los docentes y en su conocimiento tecnológico, a pesar de las difíciles condiciones impuestas por la crisis social, económica y sanitaria derivada de la pandemia.

La mayoría de los profesores considera que su experiencia con las TIC y la adaptación del proceso educativo a las condiciones tecnológicas disponibles en su contexto mejoraron en alto grado sus habilidades para el manejo e integración de tecnología en sus clases. Este resultado guarda relación con estudios previos que señalan que la disposición para integrar tecnologías en el aula es un indicador del conocimiento TPACK de los profesores (Scherer *et al.*, 2017) y que el desarrollo de habilidades en el manejo de las TIC facilita su integración en los entornos educativos (Alvarado *et al.*, 2020).

Al principio de la pandemia, las TIC se usaron predominantemente para satisfacer la necesidad de comunicación entre docentes y estudiantes; pero la prolongación de los confinamientos derivó en prácticas cada vez más sofisticadas y en el uso de aplicaciones más complejas. Las guías textuales se fueron enriqueciendo y convirtiendo en contenidos interactivos, y las sesiones expositivas se transformaron, poco a poco, en espacios virtuales de aprendizaje enriquecidos que favorecieron experiencias de aprendizaje más interactivas y gamificadas.

Los profesores con experiencia previa robustecieron sus competencias digitales y lograron integrar nuevas aplicaciones y usos más creativos de las versiones en línea. Los más arriesgados adoptaron modelos pedagógicos como el aula invertida. Estas formas de uso resultan diferentes a las reportadas por estudios previos en los que predominaban usos asociados con tareas administrativas, planificación de clases y búsqueda de información (Atman y Koçak, 2019; Seufert *et al.*, 2021).

Así, los intentos que en diferentes escalas realizaron los profesores para emplear las tecnologías a su alcance, desde las más robustas hasta las más sencillas, concuerdan con las altas percepciones sobre sus competencias digitales y conocimientos tecnológicos. En este sentido, puede afirmarse que existe correspondencia entre las experiencias de uso de la tecnología y las valoraciones de la competencia digital docente, independientemente de la complejidad de las aplicaciones utilizadas.

El análisis detallado revela que las competencias para apoyar a los estudiantes en el uso de las TIC en sus procesos de aprendizaje fueron las más consolidadas. Los docentes se sienten más capaces de motivar a los estudiantes para utilizar las TIC, ayudarlos en la búsqueda de información y proponer actividades de aprendizaje usando tecnologías digitales. Además, se sienten mejor preparados para comunicarse con los estudiantes, evaluarlos y realizar un seguimiento de su progreso, así como para seleccionar aplicaciones digitales adecuadas para situaciones educativas específicas. En este sentido, parece que los profesores están mejor preparados para integrar las TIC en su trabajo tras las experiencias de uso intensivo de la tecnología experimentadas durante la pandemia.

Con respecto a los conocimientos tecnológicos, los asociados con la dimensión pedagógica fueron los más fortalecidos. En general, los profesores sienten que pueden aprender más fácilmente sobre tecnología, así como pensar críticamente sobre cómo usarla en sus clases. Consideran que ahora tienen más facilidades para seleccionar tecnologías que mejoren el aprendizaje, adaptar el uso de tecnologías al desarrollo de diferentes actividades docentes y seleccionar tecnologías que mejoren la forma en que enseñan. Además, a pesar de que el 94 % de los encuestados hizo uso de tecnología durante la pandemia, aún

consideran que les hacen falta más oportunidades para trabajar con diferentes tecnologías, ya que aún no se sienten capacitados para resolver sus problemas técnicos, tienen dificultades para usar estrategias que combinen contenido disciplinar, tecnología y enfoques pedagógicos, y les cuesta mantenerse al día con los avances de las tecnologías educativas más importantes.

Los resultados revelan que las competencias para utilizar las TIC están altamente correlacionadas con los conocimientos tecnológicos de los profesores, especialmente con los factores relacionados con el uso de las TIC para apoyar y fortalecer las prácticas de instrucción. Este factor agrupa las competencias digitales que representan mayores desafíos para los profesores, ya que están asociadas con formas más complejas de aprovechamiento de la tecnología, principalmente con el diseño y la creación de ambientes de aprendizaje adaptados a necesidades educativas específicas, al aprendizaje diferenciado y a las condiciones de infraestructura disponibles. Estas habilidades forman parte del conjunto de competencias digitales más robustas que deben promoverse entre los educadores para lograr experiencias de aprendizaje más innovadoras.

La validez de las medidas proporcionadas por los instrumentos de autoreporte empleados en este estudio se fundamenta en las premisas formuladas por Scherer *et al.* (2017) y Drummond y Sweeney (2017). Los primeros señalan, entre sus ventajas, que constituyen indicadores fiables y válidos de las capacidades para integrar las TIC de los profesores y son predictores importantes de su intención de utilizar la tecnología. Los segundos coinciden en que los autoinformes son complementarios a las medidas objetivas y pueden capturar diferentes constructos, tales como las creencias de autoeficacia y desempeño.

De esta manera, las valoraciones obtenidas en este estudio deben leerse a la luz de lo que cada docente es capaz de hacer con las TIC, de la variedad de tecnologías que conoce y puede aplicar, de su capacidad para articularlas con los modelos pedagógicos que predominan en su práctica y de la disponibilidad de infraestructura tecnológica. Es decir, cada docente valora en alto grado lo que es capaz de hacer desde su nivel de desarrollo particular, que varía entre aquellos que apenas comenzaron a utilizar las TIC durante la pandemia, pasa por aquellos que ya habían experimentado con diferentes aplicaciones para apoyar la comprensión de los conceptos y métodos clave de sus áreas, hasta llegar a los más experimentados, que utilizan una amplia gama de aplicaciones digitales como parte de sus estrategias pedagógicas.

Sostener estos avances en la competencia digital docente, una vez superada la crisis de la pandemia, supone recuperar su lugar en los planes de formación inicial y permanente del profesorado, así como promover su integración en el currículo para el fortalecimiento de aquellas dimensiones de la competencia digital que desafían al trabajo docente en el siglo XXI.

## Agradecimientos

Se agradece a la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional por el apoyo brindado para la realización del proyecto FCTTE96220, que ha dado origen a este artículo. También, se expresa un agradecimiento especial a todos los profesores que participaron con entusiasmo en este estudio, a pesar de la gran carga de trabajo que enfrentaron al regresar a las instituciones educativas.

## Referencias

- Alvarado, L., Aragón, R. y Bretones, F. (2020). Teachers' Attitudes towards the Introduction of ICT in Ecuadorian Public Schools. *TechTrends*, 64(3), 498-505. DOI:10.1007/s11528-020-00483-7.
- Atman, N. y Koçak, Y. (2019). Predicting Technology Integration Based on a Conceptual Framework for ICT Use in Education. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(5), 517-531. DOI:10.1080/1475939X.2019.1668293
- Banco Mundial, Unicef y Unesco. (2022). *Dos años después. Salvando una generación*. World Bank Publications.
- Basilotta-Gómez, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L. y Otto, A. (2022). Teachers' Digital Competencies in Higher Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(8). DOI:10.1186/s41239-021-00312-8
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. DOI:10.1191/1478088706qp0630a

- Drummond, A. y Sweeney, T. (2017). Can an Objective Measure of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Supplement Existing TPACK Measures? *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 928-939. DOI:10.1111/bjet.12473
- Estrada, R. y Lombardi, M. (2020). *Skills and Selection into Teaching: Evidence from Latin America*. CAF.
- European Commission. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators DigCompEdu*. JCR Science for Policy Report. <https://bit.ly/2micSIG>
- Hämäläinen, R., Nissinen, K., Mannonen, J., Lämsä, J., Leino, K. y Taajamo, M. (2020). Understanding Teaching Professionals' Digital Competence: What Do PIAAC and TALIS Reveal about Technology-Related Skills, Attitudes, and Knowledge. *Computers in Human Behavior*, 117, 106672. DOI:10.1016/j.chb.2020.106672
- INTEF. (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España.
- ISTE. (2017). *ISTE Standards for educators*. <https://goo.gl/ykFwUY>
- Koehler, M. y Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. [t.ly/llpo](http://t.ly/llpo)
- Leal-Urueña, L. (2020). *La formación inicial en competencias digitales del profesorado de Secundaria: una lectura desde las ecologías de aprendizaje* (tesis de doctorado). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España. [t.ly/2VmZ](http://t.ly/2VmZ)
- Leal-Urueña, L. y Rojas-Mesa, J. (2020). Percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK en profesores en formación. *Diversitas*, 16(2), 283-296. DOI:10.15332/22563067.6295
- MEN. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Imprenta Nacional de Colombia. <https://goo.gl/EWpfRL>
- Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017-1054. DOI:10.1111/j.1467-9620.2006.00684
- OCDE. (2020). *Resultados de PISA 2018. "Effective Policies, Successful Schools"* (vol. v). Publicaciones de la OCDE. <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en>
- Portillo, J., Garay, U., Tejada, E. y Bilbao, N. (2020). Self-perception of the Digital Competence of Educators During the COVID-19 Pandemic: A Cross-Analysis of Different Educational Stages. *Sustainability*, 12(23), 10128. DOI:DOI.org/10.3390/su122310128
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F. y Baran, E. (2017). The Importance of Attitudes toward Technology for Pre-Service Teachers' Technological, Pedagogical, and Content Knowledge: Comparing Structural Equation Modelling Approaches. *Computers in Human Behavior*, 80, 67-80. DOI:10.1016/j.chb.2017.11.003
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M. y Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. DOI:10.1080/15391523.2009.10782544
- Seufert, S., Guggemos, J. y Sailer, M. (2021). Technology-related Knowledge, Skills, and Attitudes of pre- and in-service Teachers: The Current Situation and Emerging Trends. *Computers in Human Behavior*, 115, 106552. DOI:10.1016/j.chb.2020.106552

- Tondeur, J., Aesaert, K., Pynoo, B., Braak, J., Fraeyman, N. y Erstad, O. (2015). Developing a Validated Instrument to Measure Preservice Teachers' ICT Competencies: Meeting the Demands of the 21<sup>st</sup> Century. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 462-472. DOI:10.1111/bjet.12380
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. y Baran, E. (2017). A Comprehensive Investigation of TPACK within Pre-Service Teachers' ICT Profiles: Mind the Gap! *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 46-60. DOI:10.14742/ajet.3504
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. y Baran, E. (2020). Enhancing Pre-Service Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Mixed-Method Study. *Educational Technology Research and Development*, 68, 319-343. DOI:10.1007/s11423-019-09692-1
- Unesco. (2018). *ICT Competency Framework for Teachers*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Wang, Q. y Zhao, G. (2021). ICT Self-Efficacy Mediates most Effects of University ICT Support on Preservice Teachers' TPACK: Evidence from Three Normal Universities in China. *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2319-2339. DOI:10.1111/bjet.13141



# Prácticas transdisciplinarias para el autorreconocimiento y la valoración profesional de docentes en formación\*

- Transdisciplinary Practices for the Self-Recognition and Professional Valuation of Teachers in Training
- Práticas transdisciplinarias para o autorreconhecimento e a valorizaçãoprofissional dos professores em formação

## Forma de citar este artículo






García-García, J., Parada-Moreno, N., Arredondo-Marín, C., Cartagena-Martínez, J., Zapata-Marín, A. (2023). El impacto de una práctica transdisciplinaria en el autorreconocimiento y la valoración de la profesión en docentes de ciencias en formación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 32 - 55. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19542>

## Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación acerca del impacto sobre el autorreconocimiento y la valoración de la profesión docente, del curso transdisciplinario de práctica II, que integra la ciencia, el cuerpo, la tecnología y el arte. En ella participaron, bajo consentimiento informado, 13 estudiantes de segundo semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales. Luego del curso, los estudiantes mejoraron en la mayoría de los aspectos referidos al autorreconocimiento y a la valoración de la profesión docente; desarrollaron nuevas expectativas para el trabajo docente, como el desarrollo personal y el impulso a la investigación, y aumentaron su consciencia sobre sus fortalezas y debilidades en aspectos como autoimagen, desempeño social y el placer o la dificultad del trabajo docente.

## Palabras clave

docente; formación profesional; práctica pedagógica; artes; conocimiento científico; cuerpo

José Joaquín García-García\*\*   
Nubia Jeannette Parada-Moreno\*\*\*   
Carlos Humberto Arredondo-Marín\*\*\*\*   
John Jader Cartagena-Martínez\*\*\*\*\*   
Andrés Zapata-Marín\*\*\*\*\* 

\* Proyecto de investigación: "Ciencia, arte y tecnología una práctica pedagógica interdisciplinaria como innovación para la formación de docentes de ciencias naturales". Convocatoria 2022. Vicerrectoría de Investigación: Evaluación Integral para las Prácticas Académicas en la Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP). Acta: 2022-49490.

\*\* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Granada. Profesor titular de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación INNOVACIENCIA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [joaquin.garcia@udea.edu.co](mailto:joaquin.garcia@udea.edu.co)

\*\*\* Especialista en Psicología Cognitivo conductual. Docente de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y de la Escuela de Formación de Actores de la Asociación Pequeño Teatro. Grupo de Investigación INNOVACIENCIA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [nubijea@yahoo.mx](mailto:nubijea@yahoo.mx)

\*\*\*\* Doctor en Pedagogía y Maestría en Pedagogía, Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor de cátedra de la Facultad de Artes de la Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación INNOVACIENCIA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [humberto.arredondo@udea.edu.co](mailto:humberto.arredondo@udea.edu.co)

\*\*\*\*\* Magíster en Estética, Universidad Nacional de Colombia. Maestro en Artes Plásticas, Universidad Nacional de Colombia. Docente de las Facultades de Artes y de Educación de la Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación innovaciencia, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [john.cartagena@udea.edu.co](mailto:john.cartagena@udea.edu.co)

\*\*\*\*\* Estudiante investigador de sexto semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia. Grupo INNOVACIENCIA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [andres.zapata15@udea.edu.co](mailto:andres.zapata15@udea.edu.co)



## Abstract

This article presents the results of a research study on the impact of a transdisciplinary course, Practicum II, on self-recognition and the appraisal of the teaching profession. The course integrates science, body, technology, and art. Thirteen second-semester students from the Bachelor's in Natural Sciences program participated with informed consent. After the course, students showed improvements in most aspects related to self-recognition and the valuation of the teaching profession. They developed new expectations for teaching work, such as personal development and research drive, and increased their awareness of their strengths and weaknesses in aspects such as self-image, social performance, and the pleasure or difficulty of teaching work.

## Keywords

teacher; professional training; pedagogical practice; arts; scientific knowledge; body

## Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o impacto, no autorreconhecimento e na valorização da profissão docente, do curso transdisciplinar de Prática II, que integra a ciência, o corpo, a tecnologia e a arte. Participaram deste estudo, mediante consentimento informado, 13 estudantes do segundo semestre da Licenciatura em Ciências Naturais. Após o curso, os estudantes melhoraram na maioria dos aspectos relacionados ao autorreconhecimento e à valorização da profissão docente; desenvolveram novas expectativas para o trabalho docente, como desenvolvimento pessoal e incentivo à pesquisa, e aumentaram sua consciência sobre suas fortalezas e fraquezas em aspectos como autoimagem, desempenho social e o prazer ou a dificuldade do trabalho docente.

## Palavras-chave

professor; formação profissional; prática pedagógica; artes; conhecimento científico; corpo.

## Introducción

Este proyecto investigó el impacto en el auto-reconocimiento y la valoración de la profesión en docentes en formación, del curso transdisciplinario de Práctica II en la Licenciatura en ciencias naturales. Este curso es transdisciplinario al superar la fragmentación del conocimiento, poniendo en diálogo e integrando las ciencias, el arte (danza y teatro), la tecnología (video y fotografía) y el cuerpo, para responder a un problema cotidiano de la práctica docente: diseñar intervenciones didácticas como experiencias colaborativas vivas para enseñar ciencias, con el fin de construir una humanidad consciente de la alteridad (Cruzata, 2012; Morin, 1998; Herrán *et al.*, 2005).

## Antecedentes

Veciana (2004) estudió la convergencia del arte, la ciencia y la tecnología, así como el uso de dispositivos tecnológicos en la investigación empírica y en las teorías deductivas. Para ello utilizó modelos de arte tipo “objeto de ensayo”, “maqueta” y “molde” como campo de experimentación. Otros proyectos involucran la apropiación tecnológica y la preservación de la cultura local, mediante el trabajo comunitario, con el fin de construir conocimiento a través de metodologías híbridas entre humanidades y ciencias exactas (Renno, 2013).

El proyecto “Paleoarte” en la Universidad de La Plata busca que los estudiantes descubran especies extintas a través de reconstrucciones artísticas. De este modo, al interpretar y analizar los conocimientos paleontológicos y sus técnicas, se desarrolla la creatividad, mientras se crean expresiones artístico-tecnológicas (Jiménez *et al.*, 2015).

La Escuela de Arte, Ciencia y Tecnología CUNA de México ofrece en línea espacios interactivos de diálogo para construir nuevos

modelos de realidad y comportamiento, con valores como empatía, conciencia, desarrollo humano e innovación, desde una perspectiva ética y sostenible.

La incorporación del cuerpo y de la danza en la educación estimula el desarrollo de capacidades motrices, anatómico-funcionales, lúdico-expresivas, estéticas, cognitivas (versatilidad física y mental), creativas (nuevas formas de expresión) y socioafectivas, así como el conocimiento de sí mismo y del entorno, la cooperación, la comunicación, la amistad y la solidaridad. Además del efecto catártico del movimiento al liberar tensiones, esto fomenta valores como la tolerancia y el respeto por el cuerpo (Piedrahita, 2008; Argüelles y Guerrero, 2010; Samaniego y Quiteño, 2018).

## Marco teórico conceptual

La razón instrumental de la modernidad, bajo la lógica del poder, iguala lo racional con lo útil, adecuando los medios para un fin y buscando obtener ganancias (Horkheimer, 1995). Desestima contextos, culturas, sensibilidades, estéticas, ética y naturaleza, deshumanizando y limitando la posibilidad de cambiar el ser, su estar y actuar. A esta razón instrumental se le han opuesto las teorías de la complejidad (Morin, 1981), las inteligencias múltiples (Gardner, 2005), la cognición corporal y la enacción (Maturana y Varela, 1997), el marcador somático (Damasio, 2006) y la razón sensible (Maffesoli, 1977), que articulan experiencia, afectividad, ética, estética, colectividad, cotidianidad y cuerpo en la generación de conocimiento. Esta crítica a la razón instrumental posibilita la incorporación en espacios académicos transdisciplinarios de la educación científica con enfoque STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) (Serón, 2019; Amor-Bravo, 2018; Jiménez, 2019). La integración del cuerpo, las

artes, el diseño y las tecnologías promueve la emoción, innovación y creatividad para construir múltiples y mejores mundos y formas de aprender y pensar (Efland, 2004; Aguirre, 2005; Mortari, 2002). A su vez, conlleva la incorporación de prácticas y experiencias nuevas y singulares que permitan poetizar y resignificar la vida, sus huellas e interacciones (Manen, 1998; Larrosa, 2006).

## Sobre el autorreconocimiento y la valoración de la profesión docente

El reconocimiento (*Anerkennung*), fundamental en la convivencia, parte del encuentro personal y con los demás, e implica que el sujeto (yo) necesita del otro (los demás) para ser reconocido y confirmado como libre y activo. Solo así es posible que construya una identidad estable y plena, ser él mismo, y logre la autorrealización al establecer un tipo de relación consigo mismo con autoconfianza, autorrespeto y autoestima (Arrese, 2006). El autorreconocimiento tiene dos ejes: la identidad como intención de autorreconocerse individualmente (dimensión de sí), y el reconocimiento como la dimensión profesional y social. El autorreconocimiento docente abarca la identidad y el significado de la decisión profesional.

La identidad profesional docente está formada por un elemento conceptual —independiente del contexto y subjetivo, nacido del perfil de formación (estable)— y un elemento dinámico —situado en su contexto educativo y social al que debe responder y adaptarse (maleable) (Gómez, 2015), y que transforma constantemente el compromiso profesional (Monereo y Badia, 2011)—.

La identidad docente es una construcción discursiva en el marco de la experiencia, sobre lo crucial y significativo para él, sobre lo que hace y su compromiso con ello, en conexión con una narrativa social. Dicha narración conforma un grupo de conocimientos o teorías de acción para la enseñanza, compartidas con otros docentes (Monzón, 2011). Construir dicha identidad implica modelos aprendidos en el *continuum* de la formación (Tardif, 2004), con conocimientos y saberes especializados: epistemológicos, históricos, ideológicos y transdisciplinarios; competencias y habilidades para enseñar, experiencias antes y después del ejercicio, e intercambios con otros docentes (Valenzuela, 2005). Además, incluye aspectos personales: sentimientos y emociones surgidos de las prácticas (Quiceno-Serna, 2017). Esta condiciona los actos y su interpretación, al igual que las elecciones, ya que fundamenta el sí y le da significado (Gómez, 2015; Madueño, 2014; Monzón, 2011; Perafán, 2004). Por esto, es la base para acometer transformaciones (Beauchamp y Lynn, 2009) y para reconocer las posibilidades de evolución profesional (Cohen, 2010).

La identidad profesional docente se compone de los siguientes elementos (Bolívar, 2006):

- Autoimagen: es la manera en que el docente se ve a sí mismo en relación con sus colegas, combinando la identidad propia, la percepción que

los demás tienen de él y el reconocimiento social.

- Satisfacción con el trabajo: abarca la motivación por la carrera, el estado emocional, la actitud personal y el reconocimiento externo, lo que condiciona el compromiso del docente.
- Relaciones personales y sociales: implica compartir valores, aceptación, apertura y apoyo mutuo (Nias, 2002).
- Actitud ante el cambio: permite al docente asumir riesgos y desafíos ante las transformaciones y los cambios sociales. Está vinculada a creencias, actitudes, percepciones y carácter.
- Competencias profesionales:
  - Saberes disciplinares y curriculares: estos condicionan el contenido enseñado y su metodología (Webb, 2012; Grossman *et al.*, 2005), así como la autoimagen del docente, su reconocimiento social, su satisfacción laboral y su actitud frente al cambio. Además, facilitan la atención de otras demandas laborales.
  - Concepciones epistemológicas: se refieren a las ideas del docente sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y sus propósitos.
  - Pedagogía y didáctica: comprenden los discursos, objetivos, contenidos y métodos que guían la enseñanza y permiten la apropiación y contextualización de los saberes.
  - Diseño y aplicación de actividades: estas actividades conectan los contenidos con las represen-

taciones y su aplicación práctica (Volkman y Anderson, 1998).

Experiencias validadas por la práctica:

- Expectativas futuras personales y profesionales: lo que se espera en el futuro, tanto a nivel personal como profesional, afecta las motivaciones, la energía y el compromiso con el presente para alcanzar metas.
- Motivación por la carrera: implica el deseo de formarse tanto en la ciencia (Parra y Giraldo, 2014) como en su enseñanza (Delorenzi *et al.*, 2012).

Para los docentes, el autorreconocimiento implica la búsqueda de conciencia del yo en un horizonte ético y profesional, lo cual clarifica su función social (Taylor, 1996). El reconocimiento requiere condiciones previas intersubjetivas (Honneth, 1997) que sustenten y sostengan su discurso y su práctica, así como “prácticas de reconocimiento” críticas, éticas, estéticas y políticas, con valor colectivo y grupal. Estas prácticas fortalecen la identidad personal y profesional, renuevan la confianza, la seguridad y la sinceridad de ser uno mismo, con autonomía en todo espacio. De este modo, el autorreconocimiento proporciona una valoración propia y de la profesión docente, personal, singular y subjetiva, con motivación, emoción e interrogantes sobre su práctica.

El docente mejor valorado es un agente público con altas capacidades administrativas y críticas motivadas por los intereses de los estudiantes. Además, posee capacidades investigadoras, creativas, innovadoras, colaborativas, emocionales, de liderazgo y de toma de riesgos. Este docente enseña con novedad, pertinencia contextual e histórica, y placer, integrando su profesión y su proyecto de vida (Gaviria, 2023).

## Metodología

Esta investigación se basa en un diseño cuasiexperimental de tipo pretest-postest con un grupo cautivo (León y Montero, 2002). El diseño adoptado es de caso único (Urra *et al.*, 2014; Yin, 2004). El caso analizado es la ejecución del programa del curso transdisciplinario de Práctica II, con 13 estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia durante el segundo semestre del año 2022. La variable estudiada fue el impacto de tomar el curso transdisciplinario de Práctica II en el autorreconocimiento y valoración de la profesión docente. Para ello, se utilizó un cuestionario con preguntas abiertas antes y después del curso (ver Anexo 1), con el fin de determinar el tipo y número de alusiones que realizan los estudiantes sobre 14 categorías conceptuales del autorreconocimiento y la valoración de la profesión docente:

- Capacidades y habilidades necesarias para el trabajo docente.
- Capacidades poseídas para diseñar y ejecutar actividades de aula.
- Autoevaluación sobre la posesión de habilidades para el trabajo docente.
- Comprensión de sí mismo, de los demás y del comportamiento humano.
- Equilibrio entre consciencia de sí, conexión consigo mismo y el ideal de sí.
- Expectativas futuras como educador.
- Motivaciones para enseñar ciencias.
- Placer al realizar el trabajo docente.
- Autovaloración de la confianza para expresar y comunicar el conocimiento.
- Posibilidades de un trabajo efectivo y significativo en el aula de clase.
- Nivel de compromiso activo con la profesión docente.
- Fortaleza o debilidad de la autoimagen.
- Fortalezas y debilidades en el desempeño social.
- Autocalificación sobre la capacidad para tomar decisiones.

## Resultados

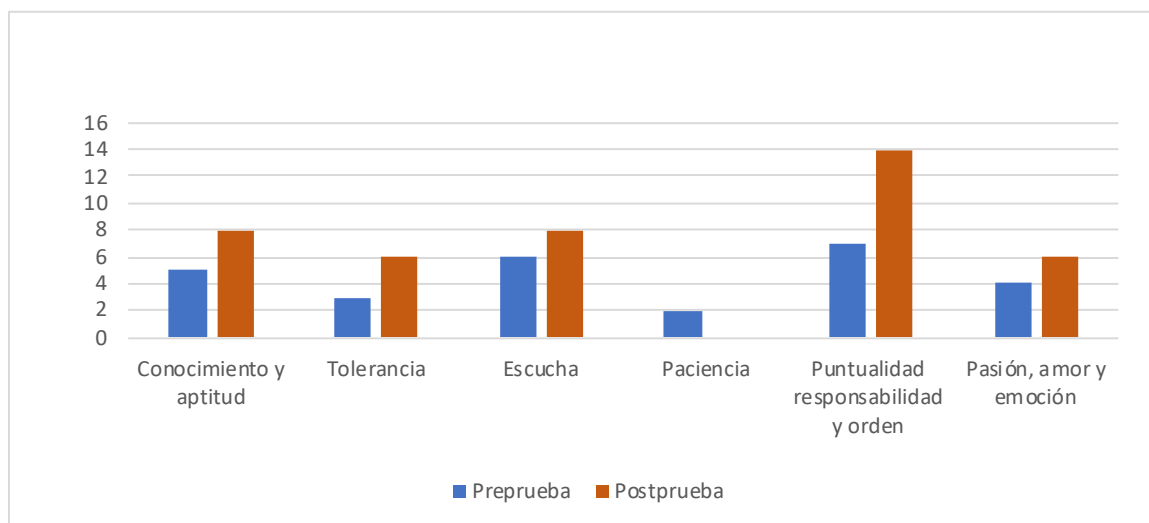
### Acerca de las capacidades y habilidades necesarias para el trabajo docente

De acuerdo con lo evidenciado en la figura 1, después del curso, para los estudiantes, capacidades y habilidades como conocimiento y aptitud, puntualidad, responsabilidad y orden son muy importantes, quizás debido a que en

su formación el conocimiento disciplinar es fundamental (Díaz, 2013; Madueño, 2014), y porque el control disciplinario, las relaciones con padres, colegas y directivos, las políticas educativas y la administración del tiempo son

preocupaciones centrales de la docencia (Ramírez, 2016). Asimismo, en el curso, al solicitar desempeños que requieren una planificación ordenada y sistemática, se requerirían dichas habilidades.

**Figura 1.** Frecuencia de capacidades y habilidades consideradas necesarias para el trabajo docente (antes y después de tomar el curso)



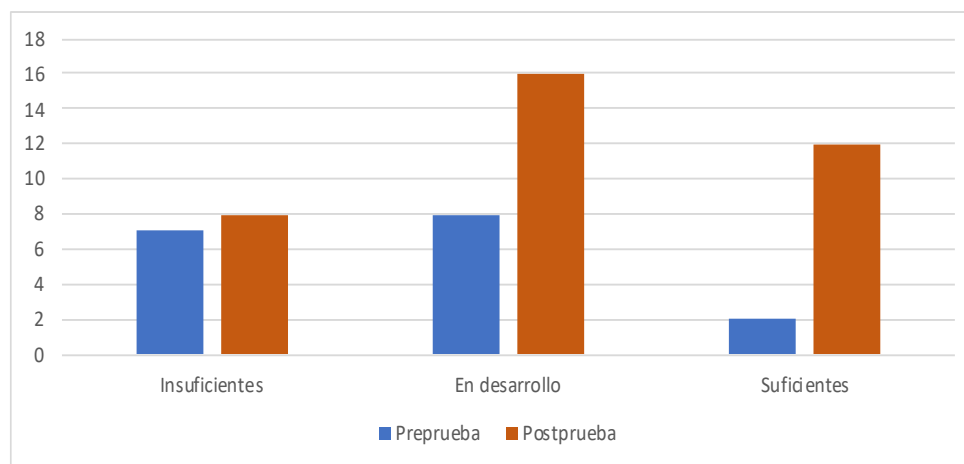
Fuente: elaboración propia.

Después del curso, aumentan las referencias a habilidades afectivas y sociales (tolerancia, escucha, pasión, amor y emoción) como elementos necesarios para el trabajo docente, posiblemente debido a su énfasis en la razón sensible y porque implican la elaboración de coreografías, montajes teatrales y vídeos, que requieren responsabilidad hacia los demás y compromiso grupal. De este modo, aunque persiste una perspectiva técnica sobre las habilidades docentes, emerge una perspectiva personal que enfatiza la afectividad, las actitudes y el cambio personal (Sánchez y Jara, 2018).

### Sobre la autocalificación de las capacidades para diseñar y ejecutar actividades

Después del curso, se observa un aumento en el número de alusiones que consideran en desarrollo las capacidades para diseñar y ejecutar actividades de aula, así como también aumenta el número de alusiones que las estiman suficientes. Sin embargo, el número de alusiones que consideran que estas capacidades son insuficientes aumenta ligeramente, como se indica en la figura 2.

Figura 2. Frecuencias de las categorías sobre autocalificación de las capacidades para diseñar y ejecutar actividades (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

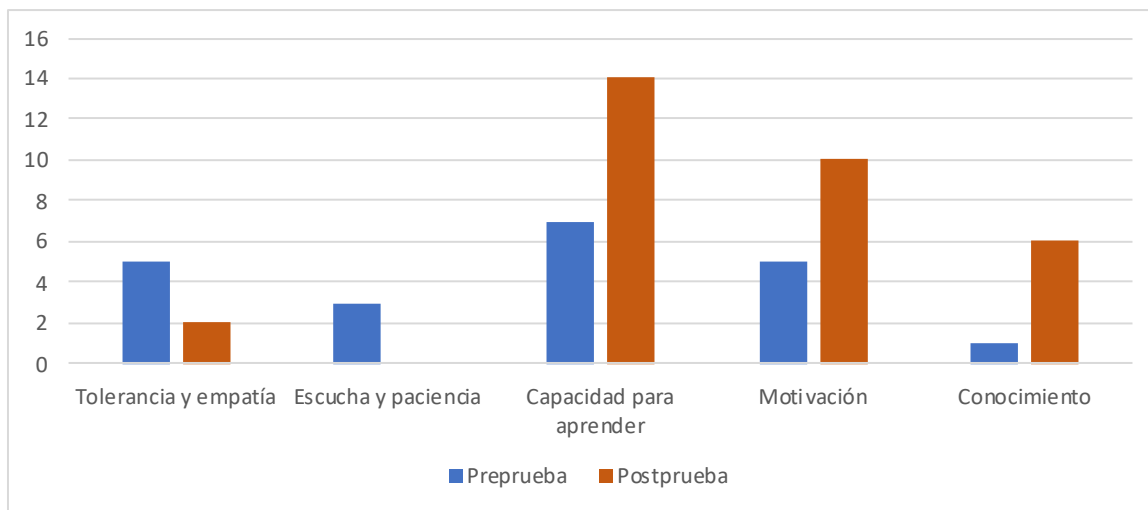
Este resultado podría deberse a que el curso, al evaluar propuestas de intervención didáctica para enseñar ciencias que integren lo audiovisual, el teatro, la danza y el cuerpo, requiere de las capacidades de diseño y ejecución. Esta conclusión es coherente con la valoración positiva de la ejecución de pequeños proyectos de aula (Marcelo *et al.*, 2014; Otero y Rodríguez, 2016).

### Sobre la autoevaluación de la posesión de habilidades para el trabajo docente

De acuerdo con lo observado en la figura 3, antes y después del curso, se registran pocas alusiones de los estudiantes a la necesidad de poseer capacidades de escucha, paciencia, tolerancia a las diferencias y empatía. Esto podría deberse a que el curso hace que los estudiantes sean conscientes de sus dificultades para desarrollar estas habilidades afectivas, y también porque, en general, los docentes tienen limitaciones en la escucha, la comprensión, el apoyo y la empatía (Espinoza, 2020).

Este resultado podría reflejar la cultura contemporánea, en la que la aceleración tecnológica y la individualidad son valores, mientras que lo colectivo o lo diferente son considerados antivalores (Concheiro, 2016). Además, podría originarse en la influencia de las redes sociales, que crean comunidades cerradas y aíslan lo diferente, dificultando la empatía hacia *lo otro* (Blasco, 2021).

Figura 3. Frecuencia de las habilidades consideradas poseídas para llevar a cabo el trabajo docente (antes y después de tomar el curso)



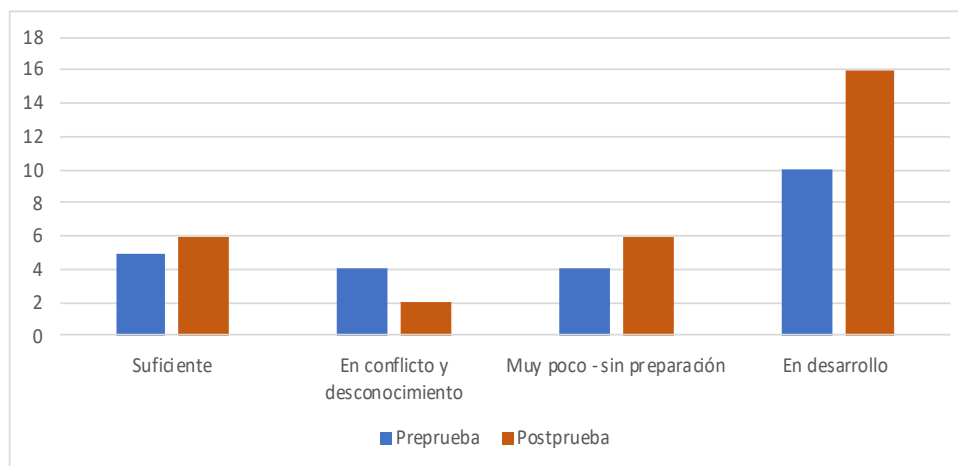
Fuente: elaboración propia.

Después del curso, se observa un aumento en las alusiones al conocimiento, las capacidades para aprender y la motivación intrínseca como elementos necesarios para el trabajo docente. Esto concuerda con que el manejo del conocimiento sea considerado la principal competencia docente (Villarroel y Bruna, 2017). Además, el curso empodera a los estudiantes al enfatizar la participación, lo que les permite reconocer sus capacidades para aprender. Además, al proporcionar contextos diferentes para los conceptos científicos, enriquece y hace más interesante el trabajo docente y aumenta la motivación por él.

### Sobre la comprensión de sí mismo, de los demás y del comportamiento humano

Conforme se observa en la figura 4, tanto antes como después del curso, se registra un pequeño número de alusiones sobre la falta de comprensión de uno mismo y de los demás, y un número aún más reducido que afirma que la comprensión de uno mismo y de los demás se encuentra en conflicto. Esto podría deberse a que, en su formación, se ha dado más importancia a la competencia que a la colaboración (Smith, 2019), y el énfasis ha estado más en el aprendizaje de conceptos y teorías que en el desarrollo humano y la comprensión del otro y de uno mismo (Arredondo *et al.*, 2014).

Figura 4. Frecuencia de las categorías sobre la comprensión de sí mismo, de los demás y del comportamiento humano (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

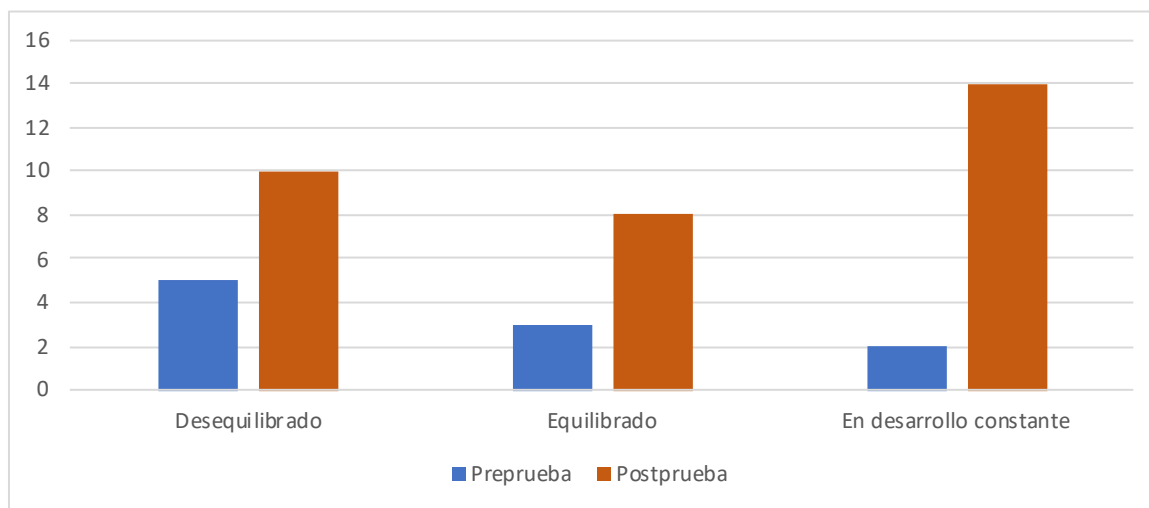
Después del curso, aumentan las alusiones que afirman que la comprensión de uno mismo y del otro está en desarrollo, así como también las que manifiestan que esta comprensión es suficiente. Sin embargo, aumenta ligeramente el número de alusiones que afirman que esta comprensión es muy limitada. De esta manera, el curso ha incrementado tanto la consciencia de estar ganando en autoconciencia y comprensión de los demás, como de no poseer dicha comprensión, entendiendo la consciencia como el “darse cuenta de”.

Este resultado podría explicarse porque el curso, al articular la ciencia, el arte, el cuerpo y la tecnología, multiplica las preguntas éticas, pragmáticas y estéticas relacionadas con uno mismo, los demás y el contexto. Además, el requisito del curso de reconocerse a uno mismo, a los demás y la consciencia del cuerpo y sus movimientos, especialmente en los módulos de teatro y danza, podría contribuir a este resultado (Ossa *et al.*, 2022; Guillén, 2019).

### Sobre la relación entre autoconsciencia-conexión consigo mismo e ideal de sí

El análisis de la figura 5 muestra que, tanto antes como después del curso, hay muchas alusiones que indican que la relación consigo mismo y con el ideal de sí no es equilibrada. Esto podría originarse en la cultura occidental, que tiende a orientarse hacia afuera del sujeto y que, en ocasiones, desprecia la consciencia de uno mismo y la conexión con uno mismo y con el ideal de sí.

Figura 5. Frecuencia de las categorías sobre la relación entre autoconsciencia, conexión consigo mismo e ideal de sí (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

Después del curso, se observa un aumento en el número de alusiones que indican que dicho equilibrio entre la relación consigo mismo y con el ideal de sí está en desarrollo, o que este se ha alcanzado. Esto puede deberse a que el curso implica el desarrollo del conocimiento corporal y de los movimientos normalizados, tanto propios como ajenos (imágenes y esquemas corporales), al reinterpretarlos y transformarlos continuamente, lo que favorece la consciencia de sí mismo y la conexión consigo mismo (Schinca, 2002). Una experiencia similar en la formación inicial de docentes ha sido la generación de consciencia corporal mediante el uso de narrativas corporales (Prados, 2020).

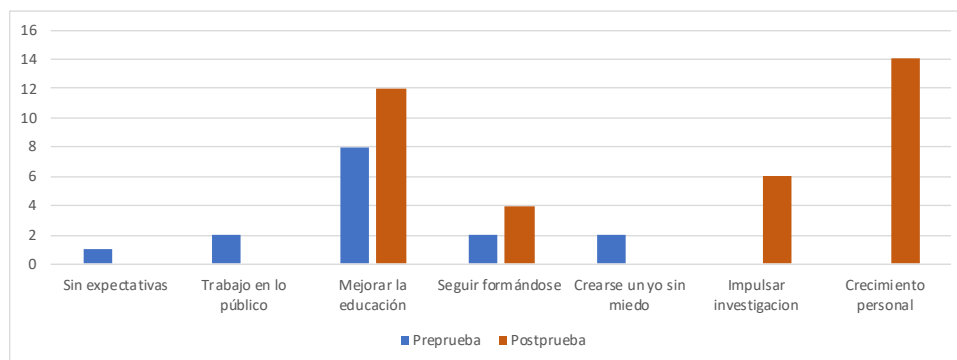
### Acerca de las expectativas futuras como educador

Los resultados mostrados en la figura 6 indican que antes del curso solo hay alusiones a

no tener expectativas futuras como docente, y que estas se limitan a aspirar a lograr un cargo público. Tanto antes como después del curso, se observan alusiones a mejorar la educación y a seguir formándose profesionalmente —estas últimas son más frecuentes después del curso—. Este fenómeno podría atribuirse al desconocimiento que tienen los estudiantes sobre sus posibilidades laborales, lo cual contrasta con su consciencia sobre la baja calidad de los procesos educativos en las instituciones públicas y la necesidad de mejorarlos —consciencia que se fortalece después del curso—.

Las alusiones iniciales a crear un “yo sin miedo” como expectativa futura del trabajo docente podrían indicar que este se asocia con habilidades como hablar en público y manejar grupos.

Figura 6. Frecuencia de las expectativas futuras como educador (antes y después de tomar el curso)



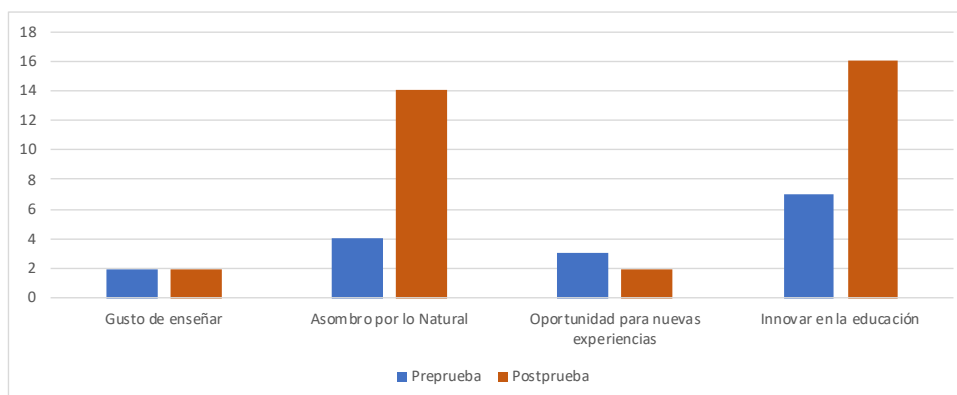
Fuente: elaboración propia.

Después del curso, surgen alusiones que consideran como expectativas futuras del trabajo docente el impulso a la investigación y el crecimiento personal. Esto puede deberse a que el curso presenta el acto educativo como mejorable y, debido a su enfoque transdisciplinario, ofrece múltiples caminos de desarrollo personal y profesional, así como problemáticas de investigación. Estas observaciones coinciden con la idea de que las motivaciones principales para ser docente son intrínsecas (Zeichner, 2010) y están relacionadas con obtener una visión global de los problemas socioculturales y educativos, y actuar éticamente ante ellos (Serrano y Pontes, 2015).

### Acerca de las motivaciones para enseñar ciencias

Los resultados presentados en la figura 7 muestran que tanto antes como después del curso, la mayoría de las alusiones sobre la motivación para enseñar ciencias corresponden a la posibilidad de innovar en la educación y al asombro por lo natural —ambas aumentan después del curso—. Además, se observa que hay muy pocas alusiones al gusto por enseñar y a las oportunidades para tener nuevas experiencias.

Figura 7. Frecuencia de las diferentes motivaciones para enseñar ciencias (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

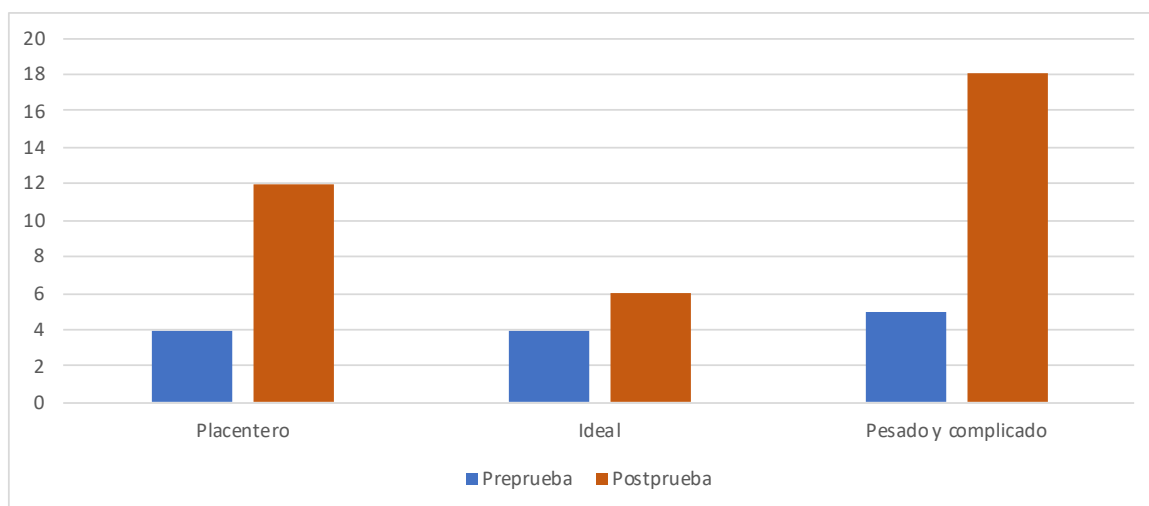
Esto podría deberse a que el curso no limita el concepto de lo natural a meros conceptos, teorías y modelos, sino que lo amplía a otros contextos (cuerpo, arte, tecnología), enriqueciendo así sus posibilidades y haciéndolo más interesante. Igualmente, al ofrecer oportunidades para diseñar intervenciones didácticas en la enseñanza de las ciencias, el curso genera motivaciones para querer transformar el proceso educativo y ser protagonista de sus cambios. Este enfoque coincide con la necesidad expresada por los docentes en formación no solo de conocer la ciencia, sino también de amarla, comprenderla y aprenderla, y por ende de

mejorar su enseñanza (Ocaña *et al.*, 2023; Poyato, 2016).

### Acerca de la calificación sobre el placer de educar

Conforme a lo presentado en la figura 8, tanto antes como después del curso, la mayoría de las alusiones se refieren a que educar puede ser placentero, pero también a que puede ser pesado y complicado, y en menor número a que puede ser ideal; alusiones que aumentan luego del curso. Así, el curso mejora la percepción del placer de ser docente, pero también aumenta la conciencia sobre sus dificultades e implicaciones.

Figura 8. Frecuencias de las categorías sobre la calificación acerca del placer de educar (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

Esto puede deberse al énfasis del curso en la participación del estudiante y en la elaboración de intervenciones didácticas creativas (dramatizaciones, coreografías, videos) que muestren el trabajo docente como el de un artista, desplieguen sus potencialidades, creen experiencias y situaciones vitales, e influencien el ámbito educativo con sus propias experiencias (Day y Gu, 2012), de tal manera que

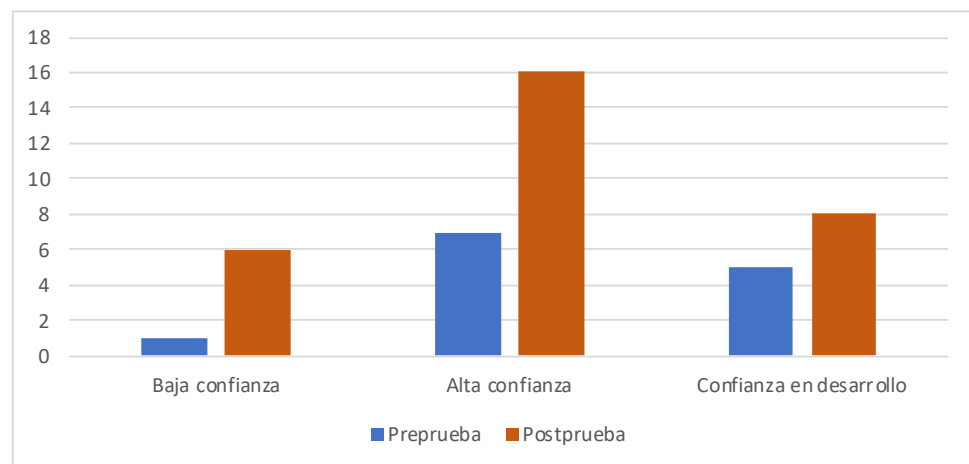
hagan de él placentero e ideal, pero a la vez pesado y complicado.

### Acerca de la autovaloración de la confianza para expresar y comunicar el conocimiento

De acuerdo con lo presentado en la figura 9, tras el curso se observa un aumento en

el número de alusiones por parte de los estudiantes que manifiestan tener alta confianza para expresar y comunicar sus conocimientos, así como aquellos que indican que dicha confianza está en desarrollo. Sin embargo, también se registra un incremento en el número de menciones respecto a la falta de dicha confianza. Esto podría atribuirse al hecho de que el curso mejora la comunicabilidad de los conceptos al ofrecer múltiples contextos y lenguajes (corporal, dramático, audiovisual), lo que enriquece sus sentidos y significados. No obstante, al mismo tiempo, complejiza la tarea docente de mediación intelectual entre la cultura estudiantil, la científica y los contextos.

*Figura 9. Frecuencia de las categorías acerca de la autovaloración de la confianza para expresar y comunicar el conocimiento (antes y después de tomar el curso)*



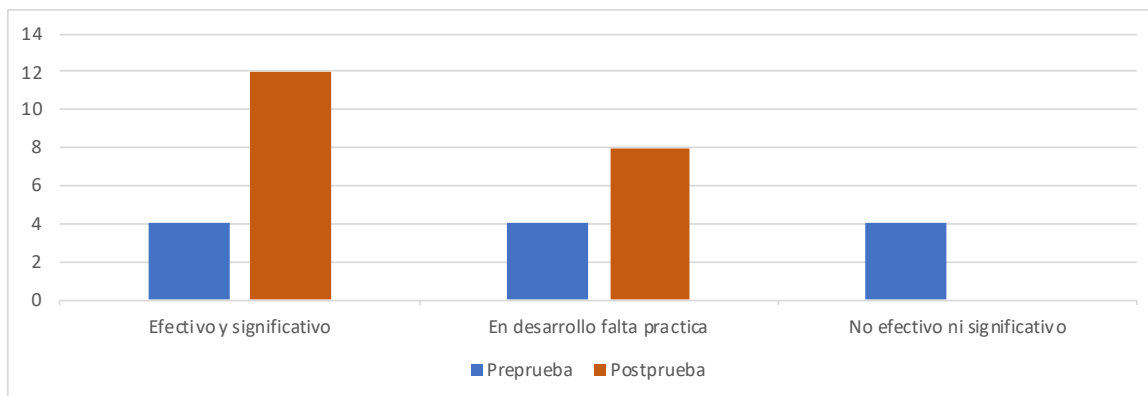
Fuente: elaboración propia.

Este resultado concuerda con lo observado en la educación situada, donde el aprendizaje se considera multidimensional e involucra el pensamiento, el afecto y la acción (Baquero, 2002).

### **Acerca de las posibilidades de un trabajo efectivo y significativo en el aula de clase**

Tras el curso, se observa un aumento en las alusiones que indican la posibilidad de llevar a cabo un trabajo efectivo y significativo en el aula, así como aquellas que sugieren que esta posibilidad está en desarrollo, tal como se evidencia en la figura 10. Por otro lado, desaparecen las alusiones que afirmaban que esto no era posible.

Figura 10. Acerca de las categorías sobre las posibilidades de un trabajo efectivo y significativo en el aula (antes y después de tomar el curso)



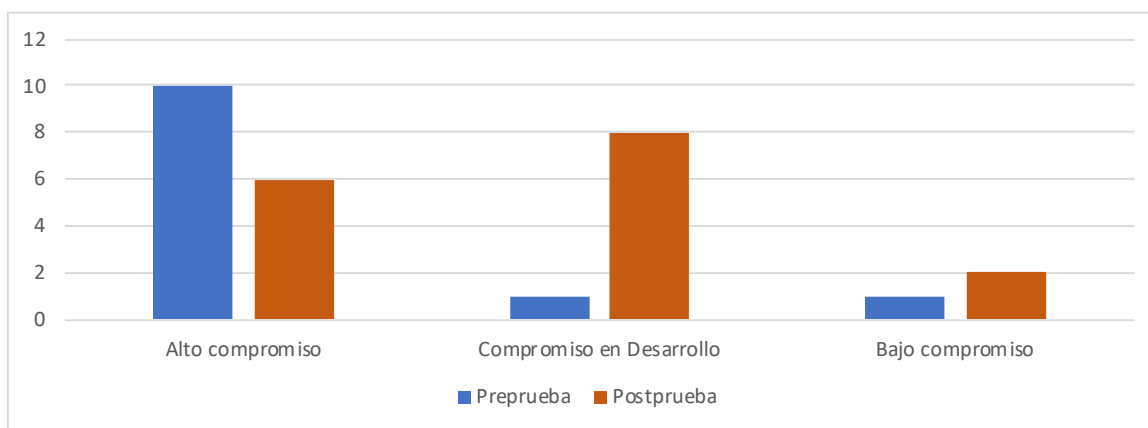
Fuente: elaboración propia.

Esto podría indicar que el curso, al conectar la ciencia con más contextos, incrementa su sentido y ayuda a los estudiantes a considerar la factibilidad de enseñarla y aprenderla, tal como lo demuestran estudios sobre la enseñanza de la matemática (Angulo et al., 2019). Esta recontextualización también podría generar múltiples representaciones, lo que facilitaría la comprensión y el aprendizaje —al hacerlos más efectivos y significativos—, según informan estudios sobre el aprendizaje del concepto de energía (López y Álvarez, 2021).

### Acerca del nivel de compromiso activo con la profesión docente

Después del curso, se observa una disminución en las alusiones que indican un alto compromiso con la profesión docente, mientras que aumentan aquellas que sugieren que dicho compromiso está en desarrollo. Sin embargo, no varía el número de alusiones relacionadas con tener un bajo compromiso, como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Frecuencia de las categorías sobre el nivel de compromiso activo con la profesión docente (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

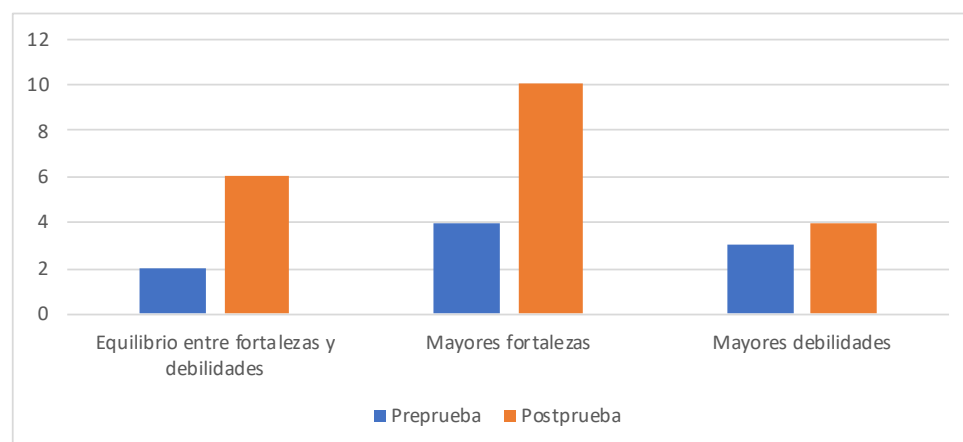
La disminución de las alusiones a un alto nivel de compromiso con la profesión docente podría indicar que el curso aclara el compromiso docente con la enseñanza, el cual implica la creación de experiencias en el aula y la recontextualización de conceptos y teorías, más allá de los compromisos con la escuela y los estudiantes (Kwan, 2012).

El aumento de las alusiones que sugieren que el compromiso con la profesión está en desarrollo podría atribuirse a que la integración en el curso de ciencia, arte, cuerpo y tecnología genera vínculos afectivos con los conocimientos científicos y su enseñanza. Esto ofrece perspectivas estéticas, éticas y pragmáticas, mientras enriquece la docencia y la acerca a un proyecto de vida. Desde esta perspectiva, el diseño de la formación de maestros en Bolivia en el marco de un proyecto de vida ha sido exitoso (Tintaya y Portugal, 2009).

### Acerca de la medida de la fortaleza o la debilidad de la autoimagen

Después del curso, se observa un aumento en las alusiones que indican tener mayores fortalezas en cuanto a la autoimagen, así como un equilibrio entre estas fortalezas y las debilidades. Además, se mantiene muy bajo el número de alusiones que sugieren tener mayores debilidades, como se puede apreciar en la figura 12.

Figura 12. Frecuencias de las categorías acerca de la fortaleza o la debilidad de la autoimagen (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

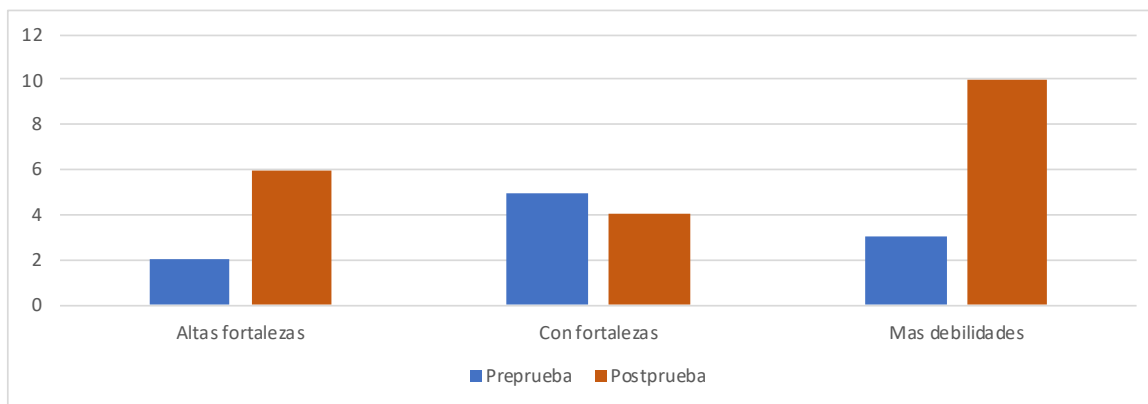
Este resultado puede indicar que el diseño y la ejecución de las propuestas didácticas sugeridas en el curso mejoran factores relacionados con la autoimagen, como el trabajo cooperativo, el reconocimiento de habilidades y capacidades, las relaciones sociales, la aceptación, la escucha, el sentido de pertenencia y el manejo adecuado de situaciones (Gable *et al.*, 2004; Milicic, 2015). Al mismo tiempo, permite a los estudiantes ver progresivamente sus debilidades en torno a la imagen que se asignan a sí mismos y a otros.

## Sobre el nivel de fortalezas y debilidades en el desempeño social en aula

Después de tomar el curso, aumentan las alusiones de los estudiantes sobre tener

altas fortalezas en su desempeño social en el aula. Sin embargo, disminuyen las que se refieren a tener las suficientes, y aumenta el número de las que manifiestan tener más debilidades que fortalezas, como se indica en la figura 13.

Figura 13. Frecuencias de las categorías sobre el nivel de fortalezas y debilidades en el desempeño social en aula (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

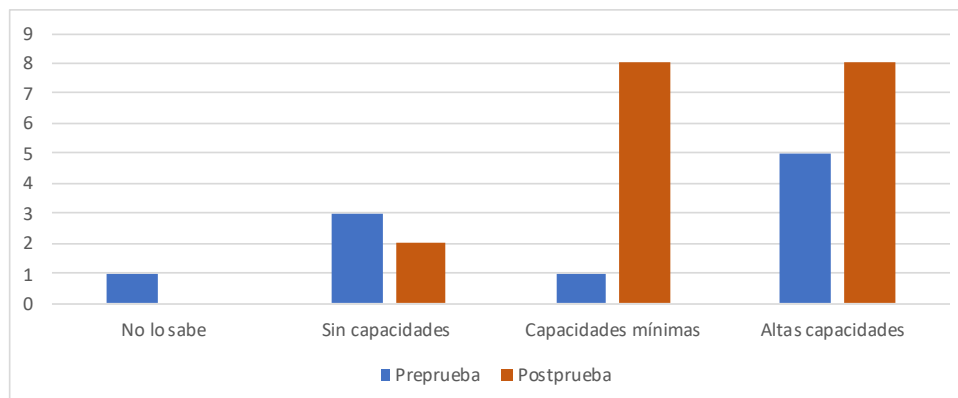
Así, el curso aumenta el autoconocimiento de los estudiantes sobre sus fortalezas y debilidades para un desempeño social adecuado en el aula, lo que concuerda con que las actitudes transdisciplinarias de los docentes mejoran las competencias socioemocionales (Flores, 2021). Este resultado podría deberse también a que, en módulos como teatro o danza, se desarrollan habilidades sociales al generar comunicación verbal y no verbal utilizando el cuerpo y la voz (Muñoz, 2016; Mejía *et al.*, 2016). Por otra parte, es posible que la pandemia haya debilitado el desempeño social de los estudiantes, como lo muestran algunos estudios (Rodríguez-Vásquez *et al.*, 2021; Muñoz *et al.*, 2021).

## Acerca de la autocalificación sobre la capacidad para tomar decisiones

De acuerdo con los resultados presentados en la figura 14, después del curso, el número de alusiones a tener altas o mínimas capacidades para tomar decisiones, así como el de las referidas a no tener dichas capacidades o no saber si las tienen, disminuye o desaparece.

Tal vez la creación de intervenciones didácticas en el curso por parte de los estudiantes les posibilita tomar decisiones seleccionando temáticas, técnicas y procedimientos artísticos, lo que concuerda con la propiciación de procesos de toma de decisiones en las artes participativas que fomentan la autoconfianza y las conductas exploratorias (Grossman *et al.*, 2016).

Figura 14. Frecuencias de las categorías acerca de la autocalificación sobre la capacidad para tomar decisiones (antes y después de tomar el curso)



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

En primer lugar, es posible afirmar que el curso ha permitido mejorar la percepción de los estudiantes sobre aspectos relacionados con el autorreconocimiento y la valoración de la profesión docente. Esto incluye las capacidades para diseñar y ejecutar actividades en el aula, la comprensión de sí mismos y de los demás, el autoconocimiento y la conexión consigo mismos y con el ideal de sí, la confianza para comunicar conocimientos, las posibilidades para realizar un trabajo efectivo y significativo en el aula, el nivel de compromiso con la profesión docente y la capacidad para tomar decisiones.

Asimismo, el curso aumenta el conocimiento de los estudiantes sobre sus fortalezas y debilidades en cuanto a su autoimagen y desempeño social, así como su percepción sobre el placer o la dificultad del trabajo docente.

Además, aunque el conocimiento, la capacidad para aprender y la responsabilidad (como la puntualidad y el compromiso) son habilidades muy valoradas para la docencia, después del curso aumenta la importancia de las habilidades de carácter afectivo, como la tolerancia, la escucha, la pasión, el amor y la motivación.

También se observa que las motivaciones consideradas más importantes para enseñar ciencias, como el asombro por lo natural y las posibilidades de innovar en la educación, aumentaron después del curso. Este hecho les permitió a los estudiantes enfocarse en su formación como docentes con la intención de mejorar la educación científica.

Finalmente, el curso ha contribuido a que los estudiantes puedan articular su formación con su crecimiento personal y a que piensen en transformar la educación a través de procesos de investigación, lo que aumenta las expectativas futuras del trabajo docente, como el deseo de seguir formándose y mejorar la edu-

cación, así como la aspiración de impulsar la investigación y obtener crecimiento personal.

Estos hallazgos permiten recomendar que propuestas de formación transdisciplinares sean integradas en la educación en diversas áreas, con el fin de mejorar el autorreconocimiento de los sujetos y la valoración de su profesión.

## Referencias

- Aguirre, I. (2005). *El Arte como experiencia*. Octaedro.
- Amor, E. (4 de abril del 2018). *De STEM a STEAM: mucho más que la interacción del arte y la ciencia*. <https://www.educaweb.com/noticia/2018/04/04/stem-steam-mucho-mas-interaccion-arte-ciencia-16384/>
- Angulo, M., Arteaga, L., Valdés, E. y Carmenate, O. (2019). La significación del contexto para la formación y asimilación de conceptos matemáticos. Principios básicos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 33-41.
- Arguelles, D. y Guerrero, M. (2000). Propuesta didáctica para la educación básica; danzas folclóricas de Colombia. Kinesis.
- Arrese, I. (2009). *La teoría del reconocimiento de Axel Honneth como un enfoque alternativo al cartesianismo* (ponencia). II Congreso Internacional de Investigación, 2 al 14 de noviembre del 2019, La Plata, Argentina. [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.12091/ev.12091](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12091/ev.12091)
- Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. *Perfiles Educativos*, 26(97-98), 57-75.
- Beauchamp, C. y Lynn, T. (2009). Understanding Teacher Identity: An Overview of Issues in the Literature and Implication for Teacher Education. *Cambridge Journal Education*, 39(2), 175-189. <https://doi.org/10.1080/03057640902902252>
- Blasco, H. (2021). El impacto de las redes sociales en las personas y en la sociedad: redes sociales, redil social, ¿o telaraña? *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 49. <https://doi.org/10.15366/tarbiya2021.49.007>
- Bolívar, A. (2006). *La identidad profesional del profesorado de secundaria: crisis y reconstrucción*. Aljibe.
- Cohen, J. (2010). Getting Recognized: Teachers Negotiating Professional Identities as Learners through Talk. *Teaching a Teacher Education*, 26, 473-481.
- Concheiro, L. (2016). *Contra el tiempo*. Anagrama.
- Cruzata, A. (2012). *Educación transdisciplinar*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle.
- Damasio, A. (2006). *El error de Descartes*. Crítica.
- Day, C. y Gu, Q. (2012). *Profesores: vidas nuevas, verdades antiguas*. Narcea.
- Delorenzi, O., Boubée, C. y Núñez, R. (2012). *Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia: Incidencia en la construcción de la identidad en las primeras inserciones laborales* (ponencia). III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Díaz, V. (2013). La reflexión epistemológica en la práctica pedagógica como entidad de la formación docente. En D. Izarra y R. Ramírez (comps.), *Docente, enseñanza y escuela* (pp. 21-37). Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

- Efland, A. D. (2004). *Arte y cognición; la integración de las artes visuales en el currículo*. Octaedro; EUB.
- Espinoza, E. (2020). Características de los docentes en la educación básica de la ciudad de Machala. *Transformación*, 16(2), 292-310.
- Flores, A. (2021). Actitudes transdisciplinarias de los docentes y logros educativos en educación secundaria en Huánuco. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(45), 209-231.
- Gable, S., Reis, H., Impett, E. y Asher, E. (2004). What Do You Do When Things Go Right? The Intrapersonal and Interpersonal Benefits of Sharing Positive Events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(2), 228-245.
- Galván-Cardoso A., Siado-Ramos, E. (2021). Educación tradicional: un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 7(12). DOI: 10.35381/cm.v7i12.457
- Gardner, H. (2005). *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*. Paidós.
- Gaviria, D. (2023) *Cómo son y qué hacen los buenos profesores. Sus voces y las de sus estudiantes*. Universidad de Antioquia.
- Gómez, F. (2015). *La identidad profesional de los profesores de matemáticas y ciencias sociales en la educación secundaria* (tesis de doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Grossman, M, Sonn C. y Utomo, A. (2016). Reflections on a Participatory Research Project: Young People of Refugee Background in an Arts-Based Program. *Journal for Social Action in Counseling and Psychology*, 5(3). [http://www.psysr.org/jsacp/Sonn-v5n3-13\\_95-110.pdf](http://www.psysr.org/jsacp/Sonn-v5n3-13_95-110.pdf)
- Grossman, P., Wilson, S. y Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza. *Profesorado. Revista de currículo y formación del profesorado*, 9(2), 1-25.
- Guillén, E. (2019). Análisis y reflexión sobre el alcance del desarrollo de conciencia corpórea en la formación docente universitaria. *Calle 14. Revista de Investigación en el Campo del Arte*, 14(25), 124-139. DOI: <https://doi.org/10.14483/21450706.14054>
- Herrán, A., Hashimoto, E. y Machado, E. (2005). *Investigar en educación: fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*. Diles.
- Honnet, A. (1997). *La lucha por el reconocimiento. Por una gramática moral de los conflictos sociales*. Grijalbo Mondadori.
- Horkheimer, M. (1995). *Historia, metafísica y escepticismo*. Altaya.
- Jiménez, L. (2019). Arte y ciencia en la educación básica: hacia un nuevo equilibrio entre el saber y el sentir. *Magisterio*, 49, 16-21.

- Jiménez, M., Cola, C. di., Durán, G., Gándara, R., Mumbrú, N. y Arrieta, S. (2015). *Pa-leoarte. Un proyecto educativo que vincula el arte y la ciencia* (ponencia). IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 28, 29 y 30 de octubre del 2015, Ensenada, Argentina. [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8097/ev.8097.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8097/ev.8097.pdf)
- Kwan, Y. (2012). The Relationship between the Catholic Teacher's Faith and Commitment in the Catholic High School. *Catholic Education: A Journal of Inquiry and Practice*, 15(2), 117-139.
- Larrosa, J. (2006). *Sobre la experiencia*. Universidad de Barcelona.
- León, O. y Montero, I. (2002). *Métodos de investigación en psicología y educación*. McGraw-Hill.
- López, L. y Álvarez, O. (2021). Interacción de las representaciones múltiples en el aprendizaje del concepto "energía" en estudiantes de básica primaria. *Revista de Educación en Biología*, 24(2), 36-51.
- Madueño, M. (2014). *La construcción de la identidad docente: un análisis desde la práctica del profesor universitario* (tesis de doctorado). Universidad de Puebla, Puebla, México.
- Maffesoli, M. (1997). *Elogio de la razón sensible. Una visión intuitiva del mundo contemporáneo*. Paidós.
- Manen, M. van. (1998). *El tacto en la enseñanza. El significado de la sensibilidad pedagógica*. Paidós.
- Marcelo, C., Yot, C., Mayor, C., Sánchez, M. y Murillo, P. (2014). Las actividades de aprendizaje en la enseñanza universitaria: ¿hacia un aprendizaje autónomo de los alumnos? *Revista de Educación*, 363, 334-359.
- Maturana, H. y Varela, F. (1997). *De máquinas e seres vivos. Autopoiesis, a Organização do Vivo*. Artes Médicas.
- Mejía, R., Yule, M. y Mejía, G. (2016). *Estrategia pedagógica basada en la danza y el teatro como alternativa para mejorar la convivencia en los niños y niñas del grado transición de la Institución Educativa Sagrada Familia, del Municipio de Caloto, Cauca* (trabajo de grado). Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia.
- Milicic, N. (2015). *Desarrollar la autoestima de nuestros hijos: tarea familiar imprescindible*. <https://docplayer.es/23715480-Desarrollar-la-autoestima-de-nuestros-hijos-tarea-familiarimprescindible.html>
- Monereo, C. y Badia, A. (2011). Los heterónimos del docente. identidad, *selfs* y enseñanza. En C. Monereo y J. Pozo (eds.), *La identidad en psicología de la educación. Necesidad, utilidad y límites* (pp. 57-76). Narcea.
- Monzón, L. (2011). La identidad docente desde una perspectiva hermenéutica. *Revista de Educación y Desarrollo*, 18, 27-34.
- Morín, E. (1981). *El método I. La naturaleza de la naturaleza*. Cátedra.
- Morin, E. (1998). *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Cátedra.
- Mortari, L. (2002). *Diotima. El perfume de la maestra*. Icaria.
- Muñoz K. (2016) *La danza teatro como recurso para el desarrollo comunicativo en niños y niñas*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Muñoz, A., Huaman, H. y Siesquén, J. (2021). Influencia de la salud mental en el rendimiento académico de universitarios por COVID 19. *Hacedor-AIAPÆC*, 5(2), 119-129. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/HACEDOR/article/view/1935>

- Nias, J. (2002). *Primary Teachers Talking: A Study of Teaching as Work*. Routledge.
- Nunes, C. (2001). Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. *Educação & Sociedade*, 74, 27-42.
- Ocaña, M., Quijano, R. y Toribio, M<sup>a</sup> del M. (2013). Aprender ciencia para enseñar ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 2545-2551.
- Ossa, A., García, J. y Parada, N. (2022). Prácticas de sí en el programa Escuela de Formación de Actores Pequeño Teatro. *Praxis & Saber*, 13(34), e13977. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n34.2022.13977>
- Otero, B. y Rodríguez, E. (2016). Un modelo para diseñar actividades de aprendizaje en la enseñanza de ingenierías. *Revista de Docencia Universitaria*, 14(2), 79-101.
- Parra, L. y Giraldo, J. (2014). Origen y evolución de la identidad docente de los estudiantes de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Revista DO-CIENCIA*, 2, 19-21.
- Perafán, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Piedrahita, J. (2008). La danza como medio potenciador del desarrollo motriz del niño en su proceso de formación deportiva en las escuelas de fútbol (tesis de grado). Instituto de Educación Física de la UdeA, Medellín, Colombia. <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/151-ladanza.pdf>
- Poyato, F. (2016). *Concepciones y motivaciones sobre la profesión docente en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria*. Universidad de Córdoba.
- Prados M. (2020). Pensar el cuerpo. De la expresión corporal a la conciencia expresivo corporal, un camino creativo narrativo en la formación inicial del profesorado. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 37, 643-651.
- Quiceno-Serna, Y. (2017). ¿Cómo nos hacemos profesores de ciencias naturales? Una reflexión acerca de los saberes docentes en la constitución y (re)constitución de la identidad profesional. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 151-176.
- Ramírez, N. (2016). El proceso de inserción profesional del profesor principiante de ciencias naturales: cuatro casos en Colombia (tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia.
- Renno, R. (2013). Aprender en las fronteras (o nadie educa a nadie): relaciones entre arte, ciencia y tecnología. *Revista de Estudios de Juventud*, 102, 83-97.
- Rodríguez-Vásquez, D., Totolhua-Reyes, B., Domínguez-Torres, L., Rojas-Solís, J. y Rosa-Díaz, B. de la. (2021). Tecnoestrés: un análisis descriptivo en docentes universitarios durante la contingencia sanitaria por COVID-19. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 3(2), 214-226.

- Samaniego, B. y Quiteño, J. (2018). Propuesta práctica del examen de grado de investigación documental (trabajo de grado). Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador.
- Sánchez, G. y Jara, X. (2018). Habilidades profesionales asociadas a la docencia. Fijando posiciones de profesores en formación. *Sophia Austral*, 22, 247-269. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-56052018000200247>
- Schinca, M. (2002). *Expresión corporal: técnica y expresión del movimiento* (3.ª ed.). Praxis.
- Serón, F. (2019). Arte, ciencia, tecnología y sociedad. Un enfoque para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en un contexto artístico. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 14(40). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92459230007>
- Serrano, R. y Pontes, A. (2015). Expectativas ante la formación inicial entre el alumnado del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2). <http://dx.doi.org/10.6018/rie.33.2.203471>
- Smith, J. (2019). The Pressure to Excel: Competition in Traditional Education. *Educational Review*, 40(1), 15-28.
- STEM + Arts, STEAM. (2015). *Primera conferencia internacional STEAM*. Barcelona.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.
- Taylor, Ch. (1996). *Identidad y reconocimiento*. Uned.
- Tintaya, P. y Portugal, P. (2009). Proyecto de vida como estrategia de aprendizaje. *Revista de Investigación Psicológica*, 5, 13-26.
- Urra, M., Núñez, R., Retamal, C. y Jure, L. (2014). Enfoques De estudio de casos en la investigación de enfermería. *Ciencia y Enfermería*, 20(1), 131-142. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532014000100012>
- Valenzuela, I. (2005). *Hacia la construcción de la identidad profesional docente: algunas consideraciones teóricas*. Instituto de Educación PUCV.
- Veciana, S. (2004). *La intersección arte, ciencia y tecnología como campo de conocimiento y de acción*. Universitat de Barcelona.
- Villarroel, V. y Bruna, D. (2017) Competencias pedagógicas que caracterizan a un docente universitario de excelencia: un estudio de caso que incorpora la perspectiva de docentes y estudiantes. *Formación Universitaria*, 10(4), 75-96. DOI: 10.4067/S0718-50062017000400008
- Volkman, M. y Anderson, M. (1998). Creating Professional Identity: Dilemmas and Metaphors of a First-year Chemistry Teacher. *Science Education*, 82(3), 293-310.
- Webb, A. (2012). "Supporting" Beginning Secondary Science Teachers through Induction: A Multi-Case Study of their Meaning-Making and Identities (tesis de doctorado). University of North Carolina, Greensboro, USA.
- Yin, R. (2004). *Case Study Research: Design and Methods* (3.ª ed.). Sage.
- Zeichner, K. (2010). Nuevas epistemologías en formación del profesorado. Repensando las conexiones entre las asignaturas del campus y las experiencias de prácticas en la formación del profesorado en la universidad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68(2), 123-149.

## Anexo 1

### Cuestionario

#### Percepciones acerca del autorreconocimiento y valoración de la profesión docente

Nombre: \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_

Curso: Práctica pedagógica II \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Esta prueba pretende recolectar información sobre el autorreconocimiento y la valoración de la profesión docente que hacen los docentes en formación, sus resultados son de carácter confidencial y sólo serán utilizados con fines investigativos (justifica tus respuestas).

1. ¿Qué capacidades y habilidades crees que hay que tener para llevar a cabo un buen trabajo docente?
2. ¿Cómo calificas tus capacidades para diseñar y ejecutar actividades en el aula como docente de ciencias?
3. ¿Crees que tienes las habilidades necesarias para llevar a cabo el trabajo docente?
4. ¿En qué medida crees que te comprendes a ti mismo, a los demás y al comportamiento humano?
5. ¿La relación que estableces entre tu consciencia de sí- la conexión contigo mismo y el Ideal que tienes de ti es balanceada o desequilibrada? ¿En qué medida? ¿Por qué lo consideras así?
6. ¿Qué expectativas futuras tienes como educador?
7. ¿Cuáles son tus motivaciones para enseñar ciencias?
8. ¿Acerca del trabajo docente opinas que puede ser placentero o más bien pesado?
9. ¿Cómo podrías valorar tu confianza para expresarte y comunicar el conocimiento en el aula?
10. ¿Crees que puedes hacer un trabajo efectivo y significativo para otros en el aula de clase?
11. ¿Qué nivel de compromiso activo crees que tienes con la profesión docente?
12. ¿En qué medida crees que tu autoimagen es fuerte o débil? Justifica tu respuesta
13. ¿Acerca de tu desempeño social consideras que tienes más fortalezas que debilidades o al contrario?
14. ¿Cómo puedes calificar tu capacidad para tomar decisiones en el aula?



## Construcción de modelos explicativos sobre el fenómeno de la menstruación: un análisis desde las enseñanzas escolares



- Building Explanatory Models on the Phenomenon of Menstruation: An Analysis from School Teachings
- Construção de modelos explicativos sobre o fenômeno da menstruação: uma análise a partir do ensino escolar

### Forma de citar este artículo

Hernández-Ramírez, C. y García-Villanueva, J. (2024). Construcción de modelos explicativos sobre el fenómeno de la menstruación: un análisis sobre las creencias y las enseñanzas en el ámbito escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 56 - 75. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19212>

### Resumen

En este artículo se presentan los resultados de una investigación en donde se analizan las construcciones explicativas (discursivas e iconográficas) de un grupo de estudiantes de 5.º de primaria sobre el fenómeno de la menstruación. El paradigma de trabajo es constructivista y el diseño es de tipo exploratorio, con un enfoque cualitativo. Los instrumentos empleados fueron cuestionarios abiertos que planteaban situaciones relacionadas con el fenómeno de la menstruación. La intervención se llevó a cabo en una escuela primaria pública ubicada en el Estado de México. En la evidencia recuperada se puede apreciar que los modelos científicos escolares que construyeron las niñas y los niños enfatizan los conocimientos aprendidos en la escuela relacionados con los caracteres sexuales secundarios, las partes que constituyen el aparato reproductor femenino (así se menciona en los libros de texto de la asignatura de ciencias naturales) y la menstruación como un proceso natural que solo les acontece a las mujeres. Desde esta visión que han aprendido en la enseñanza escolar, la sexualidad humana está desprovista de una conceptualización científica en donde no

Claudia Ivonne Hernández-Ramírez\*   
Jorge García-Villanueva\*\* 

\* Doctora en Educación y Diversidad. Subdirectora Académica. Secretaría de Educación Pública. Ciudad de México. [cihernandez@upn.mx](mailto:cihernandez@upn.mx)

\*\* Doctor en Psicología. Profesor-investigador. Universidad Pedagógica Nacional. Ciudad de México. [jvillanueva@upn.mx](mailto:jvillanueva@upn.mx)



hay cabida para comprender cómo se interrelacionan distintos sistemas del cuerpo humano que dan cuenta del fenómeno, así como la vinculación con el placer, las emociones y los deseos. La sugerencia para las clases de ciencia está en encontrar el diálogo entre los saberes biológicos, el funcionamiento bioquímico y las construcciones culturales, que ayuden al estudiantado a generar una consciencia reflexiva sobre el ejercicio responsable de la expresión de las sexualidades, la corporalidad y la manifestación emocional.

Palabras clave

sexualidad; biología; modelos; ciencias; enseñanza

### Abstract

This article presents the results of a research study analyzing the explanatory constructions (both discursive and iconographic) of a group of 5th-grade students regarding the phenomenon of menstruation. The working paradigm is constructivist, and the design is exploratory with a qualitative approach. The instruments used were open-ended questionnaires that posed situations related to the phenomenon of menstruation. The intervention took place in a public elementary school located in the State of Mexico. The collected evidence shows that the scientific school models constructed by the children emphasize the knowledge learned in school related to secondary sexual characteristics, the parts that make up the female reproductive system (as mentioned in the natural science textbooks), and menstruation as a natural process that only happens to women. From this perspective learned in school, human sexuality lacks a scientific conceptualization, which leaves no room for understanding how different systems of the human body interrelate to account for the phenomenon, as well as the connection to pleasure, emotions, and desires. The suggestion for science classes is to find a dialogue between biological knowledge, biochemical functioning, and cultural constructions that help students generate a reflective awareness about the responsible exercise of sexual expression of sexualities, corporeality, and emotional manifestation.

Keywords

sexuality; biology; models; science; teaching

### Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que analisa as construções explicativas (discursivas e iconográficas) de um grupo de estudantes do 5.º ano do ensino fundamental sobre o fenômeno da menstruação. O paradigma de trabalho é construtivista e o design é do tipo exploratório, com uma abordagem qualitativa. Os instrumentos utilizados foram questionários abertos que colocavam situações relacionadas ao fenômeno da menstruação. A intervenção foi realizada em uma escola primária pública localizada no Estado do México. A partir das evidências reunidas, pode-se apreciar que os modelos escolares científicos construídos pelas meninas e meninos enfatizam os conhecimentos aprendidos na escola relacionados às características sexuais secundárias, às partes que compõem o sistema reprodutivo feminino (conforme mencionado nos livros didáticos da disciplina de ciências naturais) e à menstruação como um processo natural que ocorre apenas nas mulheres. A partir dessa perspectiva aprendida na escola, a sexualidade humana carece de uma conceituação científica onde não há espaço para compreender como diferentes sistemas do corpo humano se inter-relacionam para dar conta do fenômeno, bem como a conexão com o prazer, as emoções e os desejos. A sugestão para as aulas de ciências é encontrar um diálogo entre o conhecimento biológico, o funcionamento bioquímico e as construções culturais que ajudem os alunos a gerar uma consciência reflexiva sobre o exercício responsável da expressão das sexualidades, da corporeidade e da manifestação emocional.

Palavras-chave

sexualidade; biologia; modelos; ciência; ensino

## Introducción

En la actualidad, se reconoce que la enseñanza de la ciencia radica en que el estudiantado aprenda a construir modelos<sup>1</sup> escolares que le permitan explicar los fenómenos del mundo a través de la generación de un pensamiento científico (Gómez-Galindo, 2013). Es decir, se busca que el alumnado “aprenda a pensar en sistemas, en explicaciones multicausales, que sea capaz de evaluar diferentes soluciones con base en evidencia, haciendo inferencias, formulando hipótesis, con una actitud crítica al momento de discernir la información, lo que se espera es que en el proceso de construcción de modelos aprenda a pensar científicamente” (Gómez-Galindo, 2014, p. 51). Desde el currículo actual, se prioriza la construcción de explicaciones sobre fenómenos que acontecen en el mundo (Raviolo *et al.*, 2010). Por tal razón, es necesario comenzar a involucrar al estudiantado en prácticas científicas auténticas como la modelización (Acher, 2014), en contraposición a rutinas en donde solo se consume el conocimiento científico sin tratar de vincularlo con la realidad de las personas; es decir, donde no se mira a la ciencia como parte de su cultura (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005).

En este sentido, la misión de la escuela está puesta en que el estudiantado construya modelos científicos escolares que conecten con los fenómenos (naturales, biológicos, físicos, químicos, etc.) relevantes que les provean herramientas cognitivas y así les ayuden a pensar, hablar y actuar de forma concordante con la realidad social (García y Sanmartí, 2006). El currículo de ciencias requiere estar estructurado de forma que abarque ideas

teóricas fundamentales que se relacionen con el mundo en el que vive el alumnado (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005). El objetivo de la presente investigación fue analizar las formas de representar —escritas y gráficas— la explicación del fenómeno de la menstruación durante un proceso de desarrollo curricular (impartición de la clase) para posibilitar en el alumnado la construcción de modelos científicos escolares.

## Enseñanza de la ciencia en el ámbito escolar

En cada proceso de aprendizaje, las niñas y los niños se acercan a las clases de ciencia con nociones previamente adquiridas que inciden sobre lo aprendido a partir de las nuevas experiencias de enseñanza de formas diversas (Driver, 1988; Driver *et al.*, 2007). Estas nuevas experiencias abarcan las observaciones de hechos, las interpretaciones ofrecidas sobre esas observaciones y las estrategias que utiliza el estudiantado para adquirir nueva información, incluyendo la lectura de textos y la experimentación. Cabe señalar que la forma en que explican los fenómenos del mundo natural las niñas, niños, adolescentes y jóvenes difiere mucho de la manera en que las personas científicas lo hacen; es decir, la imagen de la ciencia va más allá de una serie de conceptos, leyes y teorías (Osborne y Freyberg, 1995). Aprender ciencia debería implicar el uso de las ideas alternativas e ideas científicas, conocerlas, relacionarlas y saber diferenciarlas (un metaconocimiento), pero sin necesidad de dar a unas un valor superior que a las otras (Gómez-Galindo y Adúriz-Bravo, 2011).

El profesorado de ciencias debe planificar las intervenciones en el aula de manera coherente y tener en cuenta la importancia de los procesos metacognitivos del estudiantado; en otras palabras, las actividades deben provocar

<sup>1</sup> Hablar de modelos significa que estos se generan para dar respuesta a una forma de mirar la realidad (Sanmartí, 2002), además de observar, conocer, investigar, describir, explicar, predecir y comunicar aspectos de un hecho, objeto, fenómeno o proceso desde la ciencia (Gómez-Galindo, 2005; Raviolo *et al.*, 2010).

que el alumnado trabaje y piense de manera autónoma. En la escuela, el objetivo propuesto es aprender, pero solo si el alumnado acepta tal meta, el aprendizaje será una actividad cognitiva con sentido. Deberá evaluar lo aprendido y emplear la autorregulación como parte del proceso de aprendizaje, dentro del llamado contrato didáctico. Por lo tanto, el profesorado como especialista tiene que planear cuidadosamente la ciencia escolar para que pueda llegar a ser algo inteligible en sí misma y no solo impuesta desde el exterior (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003).

La enseñanza de la ciencia requiere que el trabajo realizado en la clase se lleve a cabo de acuerdo con los principios de una transposición didáctica bien realizada. La docencia necesita relacionar los modelos científicos con los utilizados por el propio alumnado, recurriendo a las analogías y metáforas que le ayudarán a pasar de esta última a la primera (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003; García y Sanmartí, 2006 en Mendoza, 2012). Según Mendoza (2012), desde la didáctica de la ciencia lo central es la construcción de modelos porque pensar a través de modelos posibilita establecer relaciones entre lo real y lo construido para poder predecir y explicar fenómenos acontecidos en la realidad, verificar la coherencia entre las observaciones y la explicación dada y expresarla a través de distintos canales comunicativos (Martí-Feixas, 2012).

De acuerdo con Gómez-Galindo (2011), para la construcción de modelos también es necesario incorporar explicaciones multimodales, es decir, incluir diversos soportes o registros semióticos (lenguaje natural, imagen, maqueta) para apoyar las representaciones con el propósito de comunicar, negociar significados o razonar sobre algún fenómeno. Por tanto, modelizar implica enseñar a cambiar las formas de sentir, percibir, razonar, hablar y relacionar tres mundos: “mundo de los hechos-mirar los fenómenos, mundo de los modelos y teorías-imaginar lo que sucede y mundo de la simbología-hablar, dibujar, escribir, hacer maquetas sobre hechos e ideas” (p. 526).

Las prácticas de modelización científica no son comunes en las aulas de ciencias de nivel medio y superior, y su escasez es todavía mayor en etapas iniciales (Acher, 2014). El pensamiento teórico sobre el mundo es una de las aportaciones más importantes de las ciencias a la cultura. Enseñar a pensar de manera teórica (sin confundir el mundo real con el pensamiento teórico sobre él) ha de ser la finalidad más importante de la educación científica de la ciudadanía (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005). Aprender ciencia desde una perspectiva implica ayudar al alumnado a construir modelos que se conecten con fenómenos familiares sobre los cuales puedan pensar, hablar y actuar (García y Sanmartí, 2006; Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005).

## Método

La presente investigación se ubica en el paradigma constructivista (Cubero, 2005; Hernández-Rojas, 2008). El diseño es de tipo exploratorio (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998) con un enfoque cualitativo porque se buscó comprender cuáles

eran las explicaciones de un grupo de estudiantes sobre un fenómeno e identificar sus ideas, creencias y concepciones. Los instrumentos empleados fueron cuestionarios abiertos que planteaban situaciones relacionadas con el fenómeno de la menstruación (García-Alcaraz *et al.*, 2006). La intervención se llevó a cabo en una escuela pública de educación primaria ubicada en el Estado de México<sup>2</sup>, turno matutino, en un grupo de 5° conformado por 24 estudiantes; 13 niñas y 11 niños con edades entre los 10 y 11 años (ningún estudiante se identificó como niña o niño transexual). Se emplearon seudónimos para resguardar la identidad de las personas participantes.

Se construyó una estrategia didáctica basada en una revisión documental para saber cómo intervenir en una realidad educativa concreta. Esta consistió en la revisión de investigaciones relacionadas con la identificación de ideas previas o preconcepciones y estrategias didácticas sobre el fenómeno de la menstruación. Posteriormente, se analizaron el plan, los programas de estudio y los libros de texto de educación básica (4.º, 5.º, 6.º de primaria y 1.º de secundaria), en específico, el correspondiente a 5.º de primaria. Todos los insumos teóricos sirvieron para la construcción de un modelo curricular (MC) y tener un referente para saber qué contenidos se esperaba que aprendiera el alumnado de ese nivel educativo.

2 La escuela se ubica en un municipio semirural, cuenta con dos turnos, es una institución educativa amplia y tiene dos grupos por grado escolar. La población estudiantil es originaria del lugar y profesa distintas religiones, mientras que su nivel socioeconómico es medio-bajo. El equipo docente está formado por profesionales provenientes de universidades dedicadas a preparar recursos humanos en el ámbito educativo, con capacitación en pedagogía, psicología educativa y educación preescolar (primaria y secundaria).

## Análisis y discusión de los resultados

El análisis de los hallazgos se realizó de acuerdo con el tipo de actividad, los momentos de modelización y los instrumentos que ayudaron a recabar la evidencia (tabla 1). En este espacio, solo se presentan los casos más representativos del alumnado participante.

Tabla 1. Análisis de los hallazgos

Tipo de actividad Sanmartí (2002)	Momento de modelización Acher (2014)	Instrumentos
Exploración inicial	Construcción del modelo	11. Lo que pienso
Introducción de nuevos puntos de vista (1)	Revisión de modelos	12. Después de la lectura ¿qué pienso? 13. Elaboración de un texto: “El camino de las hormonas”
Introducción de nuevos puntos de vista (2)	Construcción del modelo	14. Una carta para Katia
Síntesis	Utilización de los modelos	15. Planeamos, diseñamos y construimos nuestra maqueta
Aplicación y generalización	Construcción del modelo	

Fuente: elaboración propia.

## Construcción del modelo explicativo inicial

La aplicación del primer instrumento, “Lo que pienso” (tabla 1), estuvo enfocada en permitir que el estudiantado expresara su modelo explicativo inicial a través de la exposición de sus creencias e ideas sobre el fenómeno de la menstruación.

### Situación 1. Estamos creciendo

Expresión escrita.

MICHELLE: Su cuerpo cambia, el sangrar es porque tiene su menstruación, eso es

normal en todas las mujeres, niñas, o las que están en la adolescencia. Y están muy nerviosas por no saber qué decir.

BRENDA: Cuando una niña experimenta la menstruación se puede sentir como si te haces pipí, pero la verdad te manchas y te preocupas.

JOSÉ: Es normal lo que le está pasando, es normal, se le llama *periodo* y es cuando orinas sangre (cambio hormonal).

DAVID: Empieza a madurar por dentro. Le empieza a sangrar, eso empieza de 10 a 14 años y eso causa que sangre.

CÉSAR: Es natural lo que le pasa. Se va generando por crecimiento y por madurez.

NICOLÁS: Se está enamorando, le salen vellos, cambio de voz, cambio de su cuerpo, madurez y empieza a sangrar.

Lo que se puede identificar en estos casos es que el estudiantado reconoce que en la etapa de la pubertad se presentan características físicas que comparten tanto hombres como mujeres. Es decir, que sus cuerpos cambian porque les crece vello en los genitales y axilas, su cuerpo está madurando. En el caso de las niñas, comienza la menstruación o el sangrado, y en los niños, lo que les cambia es la voz. Ambos géneros concuerdan en que la menstruación es un proceso natural y común entre las mujeres.

### Situación 1. Estamos creciendo

Expresión iconográfica.

En las imágenes que acompañan al discurso se encontró que el dibujo de Omar y Paola representaron a niñas sonrientes y alegres, similar a las que aparecen en las figuras 1 y 2.

Figura 1. Representación del personaje de Marcela



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Representación del personaje de Marcela



Fuente: elaboración propia.

A diferencia de Brenda y David (figuras 3 y 4), ella dibujó a una niña con una expresión de asombro y entre sus piernas la salida de sangre, exclamando la palabra “¡Mamá!” (figura 3), lo cual concuerda con su expresión escrita al mencionar que: “Cuando una niña experimenta la menstruación se puede sentir como si te hicieras pipí, pero la verdad te manchas y te preocupas”.

Siguiendo en ese tenor, David también dibujó a una niña con una expresión triste, con sangre escurriéndole entre sus piernas (figura 4). Él mencionó lo siguiente: “Empieza a madurar por dentro. Le empieza a sangrar, eso comienza entre los 10 y los 14 años y eso causa que sangre”.

Figura 3. Representación de la situación de Marcela



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Representación de la situación de Marcela



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, ambas explicaciones contienen elementos que han aprendido en la escuela y en otros contextos de socialización, por ejemplo: la palabra *madurez*, la edad aproximada cuando se presenta el fenómeno y la sensación de preocupación. En específico, no se representa una imagen que muestre qué sucede al interior del cuerpo para que se produzca la menstruación.

En la segunda parte del instrumento se describe otra situación en la que se esperaba que el estudiantado explicara el fenómeno de la menstruación tanto de forma escrita como iconográfica. A continuación, se presentan los hallazgos más representativos del alumnado participante.

## Situación 2. La sorpresa de Joel

Expresión escrita.

DAVID: Porque cuando no hay embarazo se desprende un óvulo del ovario. A eso

se le llama menstruación. Eso es normal para cada mujer. Eso pasa cada mes o cada 31 días.

ARTURO: El aparato reproductor femenino en cada mes se desprende un óvulo de la trompa de Falopio y empieza con la menstruación y sangra.

OMAR: En el aparato reproductor de la mujer hay un óvulo donde cada 28 días menstrúa.

PAOLA: Es una señal de que la mujer puede procrear un hijo y a ésta se le llama menstruación que es un óvulo acompañado de un poco de sangre.

NICOLE: Yo le diría lo siguiente: que no se espantara; es un proceso totalmente natural en el órgano sexual femenino tanto en su mamá como en su hermana y que no se asustara que es totalmente natural. Representa el órgano sexual femenino, la menstruación.

ALEXA: Cada mes se presenta el sangrado. El sangrado es ocasionado porque cada mes se desprende un óvulo del ovario. Al no haber embarazo este se desprende y eso ocasiona la menstruación.

EDUARDO: La menstruación empieza entre los 11 y 12 años. Esto significa que la mujer ya está en la etapa de tener relaciones sexuales. Si no tiene relaciones sexuales empieza a sangrar. A eso se le llama menstruación.

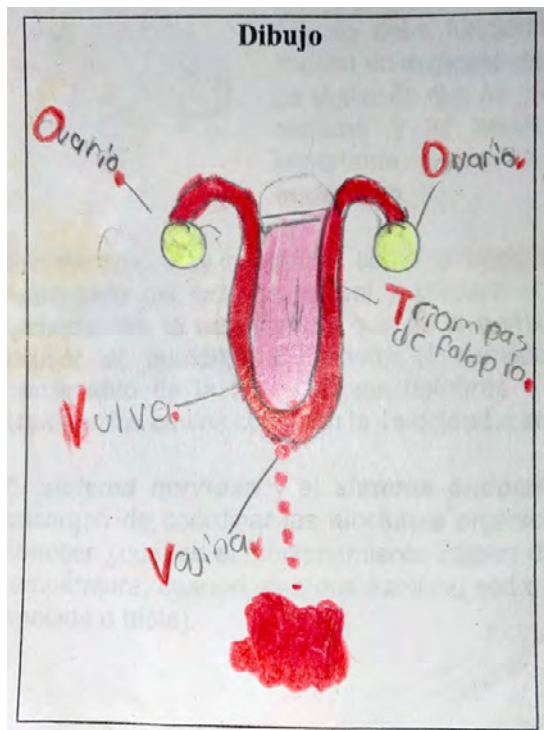
Lo que se observa en las construcciones es el reconocimiento de la periodicidad del fenómeno. Además, identifican que la menstruación se presenta en el sistema sexual de las mujeres y un estudiante piensa que es una etapa en la que se puede tener relaciones sexuales. Con base en sus respuestas, se identifica que los conocimientos empleados aún se encuentran permeados de ideas y creencias sobre lo que se piensa que sucede en el interior del cuerpo, sin tener claridad de cómo se interrelacionan diferentes sistemas (endocrino y sexual, al menos) para comprender por qué ocurre dicho fenómeno.

## Situación 2. La sorpresa de Joel

Expresión iconográfica.

La explicación estuvo acompañada de un dibujo que mostraba cómo ocurre la menstruación en el interior del cuerpo de las mujeres. Nombraron el aparato reproductor femenino (como aparece en el libro de texto de ciencias naturales), ubicaron las trompas de Falopio, los ovarios, el útero y la vagina, donde señalaron la salida de sangre (figura 5).

Figura 5. Fenómeno de la menstruación



Fuente: elaboración propia.

Las representaciones del estudiantado (tanto escritas como iconográficas) denotan contenidos aprendidos en la escuela, como aparecen en los libros de texto de 4.º y 5.º. Tienen memorizado el esquema del sistema sexual femenino y las partes que lo componen. Desde este acercamiento analítico, sería importante impulsar la utilización de diferentes recursos o distintos modos para comunicar diversos fenómenos desde una perspectiva basada en argumentos científicos escolares (Villada-Salazar y Ruiz-Ortega, 2018) que promuevan la comprensión, el razonamiento y el aprendizaje a pensar científicamente (Gómez-Galindo, 2014).

### Construcción del modelo

En el segundo momento de la construcción de modelos, la evidencia empírica recabada refiere a la introducción de nuevos puntos

de vista (tabla 1). Para ello, se empleó una lectura titulada “Un viaje por el cuerpo: las hormonas” y un video, “Control hormonal del ciclo menstrual”, con la finalidad de que el estudiantado incorporara elementos explicativos para entender cómo sucede el fenómeno de la menstruación. Después, se solicitó la construcción de un escrito en donde se explicara cuál era la relación entre el cerebro y el sistema endocrino, atendiendo a lo sugerido por el instrumento 2, “Después de la lectura, ¿qué pienso?”. A continuación, se muestran algunas construcciones que enmarcan la relación de ambos sistemas y que reflejan una mayor comprensión sobre el fenómeno:

EDUARDO: El cuerpo humano está compuesto por el sistema endócrino el cual suelta hormonas que viajan por el torrente sanguíneo hasta los ovarios. Cuando las hormonas llegan a los ovarios, este suelta un óvulo que viaja por la trompa de Falopio hasta llegar al útero. Después, el óvulo se instala en una de las paredes. Si un espermatozoide no llega, el óvulo se desprende en forma de sangre por la vagina.

LUCÍA: La menstruación es un ciclo natural en el cuerpo de la mujer. Este ocurre una vez al mes y dura como 3 o 4 días. Esto pasa cuando un óvulo se desprende de los ovarios y pasa por las trompas de Falopio hasta llegar al útero. En caso de que haya maduración, el útero ya está preparado para recibirlo. En caso de que no, el organismo desecha el óvulo y los tejidos que cubren el útero son eliminados por medio de la sangre.

VALERIA: El cuerpo humano tiene el sistema endócrino. Está formado por glándulas que liberan a las hormonas que pasan por todo el torrente sanguíneo y

llevan información a todo el cuerpo. Cuando un óvulo se desprende del ovario, pasa por las trompas de Falopio, se queda en la pared del útero y se prepara para la llegada del espermatozoide. Si este no lo fecunda, sale como sangre. Esto pasa cada mes y se llama menstruación.

DAVID: En el ovario se produce la hormona progesterona que junto con el estradiol y estrógeno regulan el ciclo menstrual. Cuando un óvulo se desprende de un ovario, se pega en el útero. El óvulo espera un espermatozoide. Si no llega a ese óvulo, se desprende. Esa es la causa de la menstruación.

VICTORIA: El sistema endócrino está formado por glándulas que expulsan hormonas que recorren el torrente sanguíneo y llevan información a todo el cuerpo humano. Cada mes se desprende un óvulo del ovario esperando un espermatozoide. Si no llega, el ovario se desprende en forma de sangrado.

ELENA: Un óvulo se desprende del ovario cada mes, viaja por las trompas de Falopio y se pega a las paredes del útero en espera de un espermatozoide. Si no llega, se desprende. Las glándulas liberan hormonas que llevan información por todo el torrente sanguíneo que dan información a todo el cuerpo.

Las explicaciones escritas reflejan la idea central de cómo sucede el proceso de la menstruación, es decir, se muestra la comprensión del fenómeno. Sin embargo, puede resultar un aprendizaje mecanizado sobre la explicación del ciclo menstrual, similar a lo que aparece en el libro de ciencias naturales de 5.º de primaria.

La aplicación del instrumento 3, “El camino de las hormonas”, permitió recuperar cómo el estudiantado explicó el proceder interno de las hormonas por el cuerpo para dar cuenta de la menstruación. Se encontró que la mayoría trazó un camino que siguen las hormonas por todo el cuerpo hasta llegar al sistema sexual, donde se señala que el óvulo no fecundado sale por la vagina en forma de sangre.

Por ejemplo, Eduardo señaló que en la vagina se alberga la sangre; Lucía dibujó un camino que representa el trayecto del óvulo hasta la vagina en forma de sangrado; José en la figura resaltó el color de las venas y las arterias; César trazó el camino que siguen las hormonas, aunque no en todo el cuerpo, hasta llegar al sistema sexual donde ocurre un sangrado; Nicolás hizo una señalización de que es en la vagina por donde desciende la sangre; Elena y Nicole dibujaron varias gotas que son expulsadas de la vagina. Cabe señalar que aquí se presenta un ejemplo del esquema para ilustrar lo antes descrito porque las imágenes son parecidas entre sí (figura 6).

Figura 6. El camino de las hormonas



Fuente: elaboración propia.

El proceder de cada estudiante para poder explicar el fenómeno de la menstruación refleja un grado de comprensión distinto en cada uno. En específico, para contrastar el discurso escrito con la explicación iconográfica, se identificó que el estudiantado reconoce *entidades* como los ovarios, óvulos, trompas de Falopio, útero, endometrio (aunque no se especifica en todos los casos), vagina y sangre. También identificaron algunas *relaciones*, por ejemplo, que el ovario libera al óvulo después de recibir una señal por parte de las hormonas; que el óvulo, al desprenderse, viaja por la trompa de Falopio hasta el útero y que se implanta en éste hasta que es expulsado por la vagina en forma de sangrado. Además, reconocen *condiciones* al mencionar que estos cambios se presentan en el cuerpo de las mujeres en la etapa de la pubertad, que la menstruación ocurre cada mes y se da cuando no hay un embarazo.

De acuerdo con este análisis, la construcción de su modelo explicativo sobre el fenómeno se acerca a lo que se espera que aprendan sobre el tema en la asignatura de

ciencias naturales. Sin embargo, se espera que vayan más allá de las características de un fenómeno y construyan conocimientos que se vinculen con otros aspectos de la realidad social y cultural (Kohen y Meinardi, 2016).

### Utilización de los modelos

En el tercer momento de construcción del modelo sobre el fenómeno, se les pidió que le dedicaran una carta a una amistad, “Una carta para Katia”, donde explicaran cómo sucedía el proceso de la menstruación y cómo intervenían los aspectos emocionales en dicho fenómeno. Además, se les solicitó planear y construir una maqueta por equipos en donde se vería reflejada cuál era la representación de su modelo explicativo sobre la menstruación.

En el discurso escrito se identificó que algunas personas agregaron las relaciones que existen entre el sistema endocrino y el sistema sexual. La evidencia presentada alude a la construcción de discursos que muestran un potencial explicativo en donde se ve reflejada la comprensión del fenómeno.

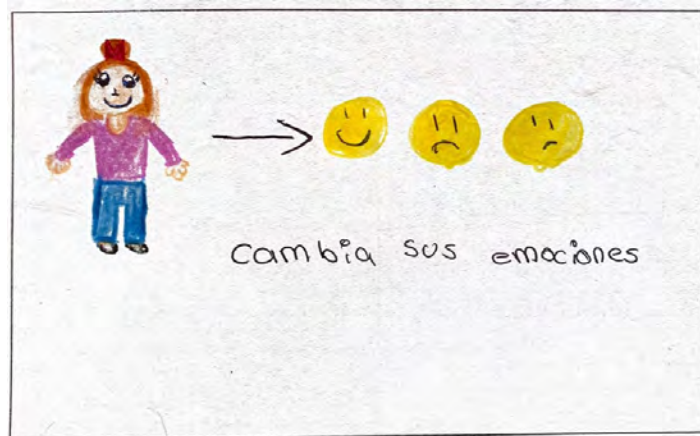
LUCÍA: Querida Katia: En mi clase aprendí sobre la menstruación y te quería comentar cómo sucede este ciclo. Tenemos una glándula llamada hipotálamo que manda información a la hipófisis, la cual manda hormonas por todas las partes del cuerpo hasta el aparato reproductor femenino. En tu aparato reproductor tienes los ovarios. Dentro de ellos hay óvulos. Un óvulo se desprende cada mes, viaja por la trompa de Falopio en espera de un espermatozoide. Si este no llega, sale en forma de sangrado. Es importante que sepas que, en estos periodos, tendrás tanto cambios físicos como emocionales.

VALERIA: Querida Katia: Te quiero comentar lo que aprendí sobre la menstruación. En el cerebro tenemos una glándula llamada hipotálamo que envía información a la hipófisis y ésta libera hormonas a todo el cuerpo. Una de ellas llega al ovario, se desprende un óvulo, viaja por las trompas de Falopio y espera al espermatozoide. Si este no lo fecunda, sale en forma de sangrado. Esto te lo digo porque te va a suceder y para que estés preparada. También tendrás cambios físicos y emocionales. Esto ocurre cada mes.

YUNUEN: Querida Katia: Te quiero decir que el ciclo menstrual es una etapa en donde todas las mujeres pasan cada mes. Cuando el hipotálamo manda información a la hipófisis, estas hormonas que se liberan en todo el cuerpo incluyendo los ovarios, se encuentran los óvulos, cada mes uno de ellos se desprende y se queda en la matriz en espera de un espermatozoide. Si el espermatozoide no llega para fecundarlo, el óvulo se desprende en forma de sangrado.

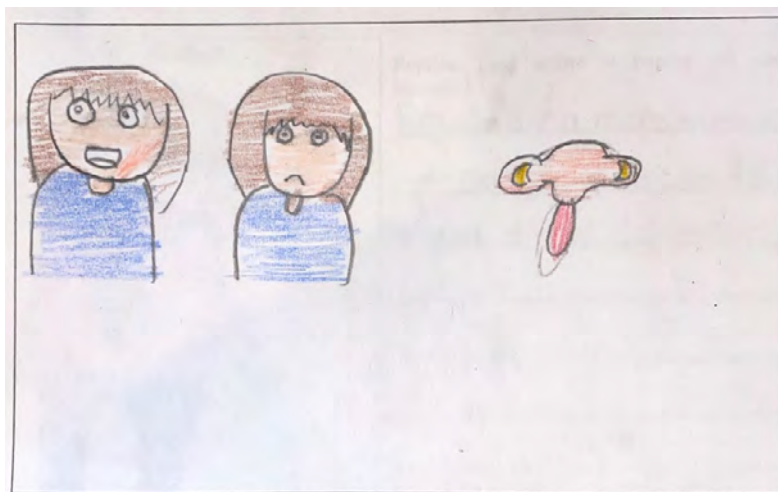
Los dibujos que acompañaban la explicación escrita representan a una niña con una expresión de alegría y a un costado tres caras relacionadas con la felicidad, la tristeza y el enojo (figura 7); una imagen femenina con la representación del aparato reproductor femenino (figura 8); el dibujo del sistema sexual femenino y el recorrido del óvulo por una trompa de Falopio hasta llegar al útero y descendiendo por la vagina hasta su salida. Además, del dibujo de un diablo, un ángel y una cara lanzando besos aludiendo a las emociones (figura 9).

Figura 7. Carta para Katia



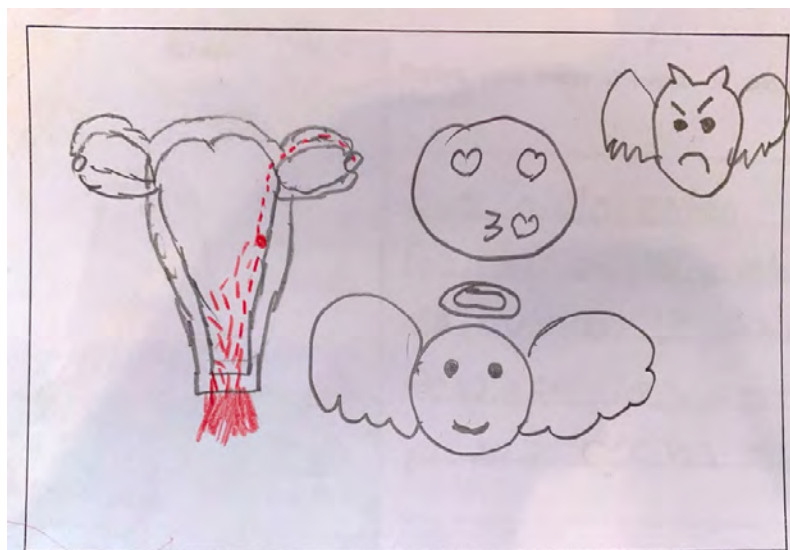
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Carta para Katia



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Carta para Katia



Fuente: elaboración propia.

Lo que se puede observar en el caso de las expresiones iconográficas son las representaciones de la variación del humor y de ciertas emociones que podrían estar vinculadas con el fenómeno, sin embargo, aparecen apartadas. Se mencionan, pero no se cuentan con elementos bioquímicos que den cuenta de su interrelación con otros sistemas del cuerpo humano, y en los libros de texto tampoco se

describe cuál es el papel de las emociones durante la menstruación, ni el profesorado aborda el tema con mayor especificidad (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005; García y Sanmartí, 2006; Gómez-Galindo, 2013; Acher, 2014).

En el instrumento 5, “Planeamos, diseñamos y construimos nuestra maqueta”, se le

solicitó al estudiantado que elaborara en equipo una maqueta y le inventara un nombre. El propósito de la actividad fue que construyeran un modelo científico escolar sobre el fenómeno de la menstruación. A continuación, se presentan los hallazgos más representativos.

### Equipo 1. Todo llega a su tiempo

La construcción explicativa de este equipo entrelaza el proceso de elaboración con la señalización de materiales empleados para el diseño. Sin embargo, en la maqueta no aparece de forma explícita lo que describen sobre el fenómeno; solo se observan unas flechas (figura 10).

Este proceso inicia desde el cerebro, una glándula llamada hipotálamo que es la que le ordena a la glándula hipófisis diciéndole que libere hormonas para que viajen por todo el torrente sanguíneo, llevando información a los ovarios. La plastilina rosa la utilizamos para el contorno del aparato reproductor femenino y para los óvulos, utilizamos plastilina color carne para la matriz, con plastilina roja hicimos las trompas de Falopio que por ahí viajará un óvulo que se quedará pegado en el endometrio que también lo hicimos de rojo, entonces si no llega un espermatozoide a fecundar, entonces este se desprende junto con los vasos sanguíneos que son expulsados por la vagina en forma de sangrado el cual hicimos de color rojo.

Figura 10. *Todo llega a su tiempo*



Fuente: elaboración propia.

## Equipo 2. Descubriendo mi interior

El siguiente modelo integra elementos explicativos potentes para poder comprender la menstruación; sin embargo, la maqueta no representa similitud con lo descrito en el texto (figura 11).

Todo comienza en una parte del cerebro que se llama hipotálamo que manda hormonas a la hipófisis que lleva las hormonas hacia los óvulos para que maduren en el sistema sexual femenino y adentro de los óvulos hay unas pequeñas bolitas llamados ovocitos, que después de unos días se vuelven maduros. El ovocito viaja por las trompas de Falopio y llega al endometrio, se queda pegado en él esperando a ser fecundado y si no es fecundado sale en forma de sangrado por la vagina. Preparación de la maqueta: los óvulos los hicimos de foami amarillo diamantinado, el endometrio lo hicimos con plastilina roja, el útero de plastilina roja, para las trompas de Falopio foami rojo diamantinado.

Figura 11. Descubriendo mi interior



Fuente: elaboración propia.

## Equipo 3. Cambiando paso a paso

Este equipo describe el proceso del fenómeno, introduce distintos elementos (entidades,

relaciones, condiciones) y en la última parte señala el procedimiento de construcción y los materiales empleados.

Todo comienza en el cerebro. La glándula hipotálamo le manda información a la hipófisis mandando mensajes a todo el cuerpo incluyendo el aparato reproductor femenino. Después, un óvulo se desprende de un ovario, camina por las trompas de Falopio y se acomoda en las paredes sobre el endometrio que es una membrana que está en el útero. Los vasos sanguíneos del endometrio se vacían y salen por la vagina en forma de sangrado.

Materiales y procedimiento: para hacer el aparato reproductor utilizamos pintura para pintar los ovarios y plastilina para las trompas de Falopio, foami rosa para las paredes y rojo para el sangrado, plumones para los nombres.

En la maqueta no queda explícito cuál es la participación del cerebro en este proceso, a diferencia del discurso escrito; sin embargo, la representación permite ubicar qué es la menstruación (figura 12).

Figura 12. Cambiando paso a paso



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con Gómez-Galindo (2014), las expresiones recuperadas de los modelos construidos por el estudiantado bajo distintos registros (discurso escrito e imágenes) permiten visibilizar que no están acostumbrados a trabajar bajo el enfoque de construcción de modelos científicos escolares, sino a repetir el conocimiento sobre el tema de forma incompleta y sesgada; es decir, reproducen el contenido del libro de texto como una forma de aprender y comprender el tema (Molina-Puche *et al.*, 2010).

Es importante señalar que, dependiendo de la edad y la madurez cognitiva del alumnado, pueden usar diferentes modos de representación: incluso cursando el mismo grado escolar, puede variar el nivel de abstracción. Además, pueden responder a la misma situación usando diferentes ideas en distintas ocasiones. Esto indica que las personas tienen disponible varios modos de ver un fenómeno (Driver, 1988).

Estos hallazgos permiten tener presente que en la enseñanza primaria aún no se consolida la formación del pensamiento crítico y reflexivo, ni la adquisición de un lenguaje científico que le permita al alumnado la interpretación y construcción de modelos científicos escolares que les ayuden a explicar diversos fenómenos e interrelacionarlos desde diferentes contextos sociohistóricos y culturales (SEP, 2011a, 2011b, 2011c, 2011d). Simplemente mecanizan datos sin establecer la integración y conjunción de diversos saberes, su aplicación a realidades específicas y el aprendizaje de valores y actitudes que produzcan la anhelada transformación de la construcción de la ciencia en la escuela (Priegue, 2015).

## Conclusiones

De acuerdo con las representaciones discursivas e iconográficas empleadas por el estudiantado participante para explicar el fenómeno de la menstruación, se observó que sus manifestaciones fueron segmentadas y esquematizadas. Es decir, han memorizado datos e información específica, y comprendido que en la etapa de la pubertad se presentan cambios físicos externos en el cuerpo (salida de vello púbico y cambio de voz). Consideran que es un proceso natural en las mujeres, que existe periodicidad y que, al no embarazarse, ocurre la menstruación. Sin embargo, no están familiarizados con el proceso de modelización (Gómez-Galindo y Adúriz-Bravo, 2011). Por lo tanto, no han podido construir un modelo explicativo que considere los elementos suficientes y necesarios para interpretar, representar y comunicar a través de distintos registros semióticos los fenómenos (Gómez-Galindo y Adúriz-Bravo, 2011; Márquez *et al.*, 2003).

En distintas investigaciones (Díaz-Villa *et al.*, 2011; Priegue, 2015; Kohen y Meinardi, 2016), se denota un desconocimiento de cómo funciona el sistema sexual en las mujeres o en las personas con vagina, y cómo la menstruación es el indicativo que permite identificar la víspera de que un cuerpo ha alcanzado la maduración sexual desde un aspecto biológico, sin tener presente cómo se

interrelacionan otros sistemas en el cuerpo humano, cuál es la interacción que se tiene con el medio para reaccionar ante el bombardeo de distintos estímulos e identificar la respuesta ante ellos, y cómo se vinculan las emociones en dicho fenómeno.

En este tenor, la sexualidad humana es abordada desde un enfoque biologicista, biomédico y preventivo, ya que en 5.º de primaria se prioriza que el alumnado comprenda cuáles son los caracteres sexuales secundarios, la anatomía y fisionomía de los sistemas sexuales con relación a la llegada de la menstruación en el caso de las mujeres, y la eyaculación en los hombres. La enseñanza sobre sexualidad humana en el sistema educativo mexicano aún se encuentra sancionada y se considera inapropiada en términos de prácticas, modos y pensamientos. El profesorado navega entre la controversia, la continuidad y la adaptación al contexto de nuevas propuestas pedagógicas o mandatos de las reformas educativas, sin modificar enseñanzas sedimentadas en la costumbre, la censura, el escándalo y lo inmoral (Fernández, 1998; Viñao-Frago, 2008; García-Funlo, 2011).

Los aspectos socioemocionales están desligados de la menstruación. Aunque se mencionaron los cambios de humor (enojo y felicidad), no se presentó ninguna explicación científica fundamentada en cómo se vinculan ni cuáles son las implicaciones sociales y culturales relacionadas con dicho fenómeno. Por tanto, es importante que el estudio de la sexualidad humana se divulgue entre el estudiantado desde niveles iniciales, permitiéndole acceder al conocimiento para que ejerza su derecho a conocer su cuerpo en el ejercicio responsable y consciente de su sexualidad (Martínez-Rodríguez, 2010; Díaz-Villa *et al.*, 2011). El objetivo de esta investigación es impulsar una enseñanza que se aleje de una visión centrada en la transmisión de conocimientos únicos e infalibles para determinar la

verdad. Es necesario ir construyendo, desde la escuela, una imagen de la ciencia como una actividad humana compleja, situada en contextos reales y cercana a las personas (Adúriz-Bravo, 2011; Roa-García, 2016).

Se trata, pues, de fomentar que en las clases de ciencia se genere un diálogo entre las construcciones culturales y los saberes biológicos, y que se contemple la sexualidad humana y el cuerpo como un territorio cargado de representaciones, donde se construyen y deconstruyen imágenes culturales (Kohen y Meinardi, 2016), sin dejar de lado el espacio y el tiempo en donde se proyectan señas de identidad y alteridad. Cada sociedad tiene su propio cuerpo, su lengua y, al igual que esta, obedece a reglas, rituales de interacción y escenificaciones cotidianas (Vigarello, 1997; Rosales-Mendoza, 2010; Kohen y Meinardi, 2016; Kohen y Meinardi, 2017). Lo conveniente sería comprender que la sexualidad no se reduce únicamente a la genitalidad, sino que es un constructo histórico, es decir, que se configura en y desde la subjetividad y la sociedad, circunscrita en una época y espacio específicos de la historia de la humanidad.

## Referencias

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 63-75. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/2912/2633>
- Adúriz-Bravo, A. (2011). Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. En L. Galagovsky (coord.), *Didáctica de las ciencias naturales: El caso de los modelos científicos* (pp. 141-161). Lugar Editorial.
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Graó.

- Díaz-Villa, G., Morgade, G. y Román, C. (2011). Currículum, género y sexualidades según las ciencias biológicas escolares. *Revista de Educación en Biología*, 14(2), 30-35.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (2007). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata.
- Fernández, L. (1998). *El análisis de lo institucional en la escuela. Un aporte a la formación autogestionaria para el uso de los enfoques institucionales*. Paidós.
- García, P. y Sanmartí, N. (2006). La modelización: una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos. En M. Quintanilla y A. Adúriz Bravo (eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. (pp. 279-297). Universidad Santiago de Chile.
- García-Alcaraz, F., Alfaro-Espín, A., Hernández-Martínez, A. y Molina-Alarcón, M. (2006). Diseño de cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 1(5), 232-236.
- García-Funlo, L. (2011). ¿Qué es un dispositivo?: Foucault, Deleuze, Agamben. *A Parte Rei. Revista de Filosofía*, 74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3644313>
- Gómez-Galindo, A. (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2005/tdx-0809106-121708/aagg1de2.pdf>
- Gómez-Galindo, A. (2011). La enseñanza de la biología en educación básica: modelización y construcción de explicaciones multimodales. *Bio-grafía*, Edición Extraordinaria, 521-532.
- Gómez-Galindo, A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 11-28.
- Gómez-Galindo, A. (2014). El uso de representaciones multimodales y la evolución de modelos escolares. En C. Merino, M. Arellano y A. Adúriz Bravo (eds.), *Avances en la didáctica de la química: modelos y lenguajes* (pp. 51-62). Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Gómez-Galindo, A. y Adúriz-Bravo, A. (2011). ¿Cómo enseñar ciencias? En A. Adúriz-Bravo, A. Gómez-Galindo, D. Rodríguez Pineda, D. López Valentín, M. Jiménez, M. Izquierdo-Aymerich y N. Sanmartí (eds.), *Las ciencias naturales en educación básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI* (pp. 95-130). SEP; UPN.
- Hernández-Rojas, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles Educativos*, 30(122), 38-77.

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science and Education*, 12(1), 27-43.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 1-4.
- Kohen, M. y Meinardi, E. (2016). Problematisando las enseñanzas sobre la menstruación en la escuela: lo disimulado, lo negativo, lo silenciado. *Bio-grafía*, 9(16), 179-183.
- Kohen, M. y Meinardi, E. (2017). ¿Cómo pienso, cómo lo siento, cómo lo vivo? Repensar las enseñanzas sobre los cuerpos como aporte a la formación docente en educación sexual integral. *Educação em Saúde e Educação em Ciências*, XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1-11.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 371-386.
- Martí-Feixas, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*, Graó.
- Martínez-Rodríguez, J. (2010). El currículum como espacio de participación. La democracia escolar ¿es posible? En G. Sacristán (comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp. 162-220). Morata.
- Mendoza, N. (2012). Estrategia didáctica para la construcción de un modelo científico escolar sobre movimiento con alumnos de secundaria. *La Revista de la UPNNatura-RED*, 29. [http://unidad094centro.servehttp.com/l@\\_revista](http://unidad094centro.servehttp.com/l@_revista)
- Molina-Puche, S., Alfageme-González B. y Miralles-Martínez P. (2010). *El uso del libro de texto en el aula de historia de segundo de bachillerato*. CiDd. II Congrès Internacional de Didàctiques. [https://www.researchgate.net/profile/Pedro\\_Miralles-Martinez/publication/45346435\\_El\\_Uso\\_del\\_libro\\_de\\_texto\\_en\\_el\\_aula\\_de\\_historia\\_de\\_segundo\\_de\\_bachillerato/links/0deec528a8402a53dd000000/El-Uso-del-libro-de-texto-en-el-aula-de-historia-de-segundo-de-bachillerato.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Miralles-Martinez/publication/45346435_El_Uso_del_libro_de_texto_en_el_aula_de_historia_de_segundo_de_bachillerato/links/0deec528a8402a53dd000000/El-Uso-del-libro-de-texto-en-el-aula-de-historia-de-segundo-de-bachillerato.pdf)
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las "ideas previas" de los alumnos*. Narcea.
- Priegue, A. (2015). Lo que las mujeres tienen "entre las piernas". Las representaciones mentales de las estructuras genitales vulva y vagina y sus implicancias culturales en estudiantes mujeres de nivel superior. *Revista de Educación en Biología*, 18(1), 65-78.
- Raviolo, A., Ramírez, P. y López, E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 581-612.
- Rosales-Mendoza, A. (2010). *Sexualidades, cuerpo y género en las culturales indígenas y rurales*. UPN.
- Sanmartí, N. (2002). Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza-aprendizaje. En N. Sanmartí (ed.), *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria* (pp. 169-184). Síntesis Educación.
- SEP. (2011a). Acuerdo número 592. *Por el que se establece la articulación de la Educación Básica*. Secretaría de Educación Pública. <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/9721849d-666e-48b7-84330eec1247f1ab/a592.pdf>

- SEP. (2011b). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*. SEP.
- SEP. (2011c). *Programas de Estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Primaria. Cuarto Grado*. SEP.
- SEP. (2011d). *Programas de Estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Primaria. Quinto Grado*. SEP.
- Vigarello, G. (1997). Histoires des corps: entretien avec Michel de Certeau. *Historia y Grafí*, 2, 179-190.
- Villada-Salazar, C. y Ruiz-Ortega, F. (2018). La argumentación multimodal en la enseñanza de las ciencias, un aporte a la formación inicial de docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8895>
- Viñao-Frago, A. (2008). La escuela y la escolaridad como objetos históricos. Facetas y problemas de la historia de la educación. *História da Educação*, 12(25), 9-54.



## Explorando o jogo Awelé, da família Mancala, com estudantes de Pedagogia

- Exploring the Awelé Game, from the Mancala Family, with Pedagogy Students
- Explorando el juego Awelé, del grupo Mancala, con estudiantes de Pedagogía

### Forma de citar este artículo:


Silva, S. A., Pereira da Silva, I. e Gomes da Silva Brito, M. B. (2024). Explorando o jogo Awelé, da família Mancala, com estudantes de Pedagogia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 76 - 93. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-1887>

### Resumo

Este estudo, desenvolvido em nível de mestrado, investigou possibilidades teórico-metodológicas para a exploração do jogo Awelé, da família Mancala —grupo de jogos de matriz asiático-africana cujo fundamento é a semeadura e a colheita— no contexto de práticas pedagógicas focadas num ensino de matemática antirracista. Teve por objetivo central explorar o jogo Awelé com vistas ao desenvolvimento de uma Sequência Didática. Trata-se de uma pesquisa participante que foi realizada junto a uma turma de 21 estudantes que cursavam a disciplina “Saberes e Metodologias do Ensino de Matemática 2”, durante o primeiro semestre letivo de 2021, no Curso de Pedagogia da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca. O extrato dessas análises permitiu a apresentação de uma proposta de ensino que pode ser realizada tanto com estudantes de cursos de formação docente quanto em turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental, e que enfoca a reflexão sobre a necessidade de subversão da ordem dos jogos de tabuleiro e jogos digitais que apontam ganhadores/as e perdedores/as. A partilha de conhecimentos que se dá em função da retirada desse jogo do abismo do esquecimento no qual o racismo e o colonialismo o arremessaram, possibilita pensar lutas em favor de uma outra sociedade.

### Palavras-chave

Mancala; jogo awelé; ensino de matemática; racismo; colonialismo

Suzi Alves Silva\* 

Ivanderson Pereira da Silva\*\* 

Maria Betânia Gomes da Silva Brito\*\*\* 

\* Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Alagoas, Professora dos Anos Iniciais da Secretaria Municipal de Educação de Lagoa da Canoa-al, Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Educação, Ciências e Tecnologias Afro-Latino-Americanas (GP-ECITALAS/UFAL/CNPQ), Campus Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Brasil, [suzi24soso@gmail.com](mailto:suzi24soso@gmail.com)

\*\* Doutor em Educação pela Universidade Federal de Alagoas, Professor do Magistério Superior da Universidade Federal de Alagoas, Líder do Grupo de Pesquisa em Educação, Ciências e Tecnologias Afro-Latino-Americanas (GP-ECITALAS/UFAL/CNPQ), Campus Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Brasil, [ivanderson.silva@arapiraca.ufal.br](mailto:ivanderson.silva@arapiraca.ufal.br)

\*\*\* Doutora em Educação pela Universidade Federal de Alagoas, Professora do Magistério Superior da Universidade Federal de Alagoas, Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Educação, Ciências e Tecnologias Afro-Latino-Americanas (GP-ECITALAS/UFAL/CNPQ), Campus Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Brasil, [maria.brito@arapiraca.ufal.br](mailto:maria.brito@arapiraca.ufal.br)



## Abstract

This study, developed at the master's level, investigated theoretical-methodological possibilities for exploring the Awelé game, part of the Mancala family—a group of Asian-African games based on sowing and harvesting—in the context of pedagogical practices focused on teaching anti-racist mathematics. Its central objective was to explore the Awelé game with a view to developing a Didactic Sequence. This is a participatory research conducted with a group of 21 students who were taking the subject “Knowledge and Methodologies of Teaching Mathematics 2”, during the first semester of 2021, in the Pedagogy Course at the Federal University of Alagoas, Campus Arapiraca. The extract from these analyses allowed the presentation of a teaching proposal that can be applied both to students of teacher training courses and in classes in the early years of Elementary School, and that focuses on the reflection on the need to subvert the order of board games and digital games that point out winners and losers. The sharing of knowledge that takes place due to the withdrawal of this game from the abyss of oblivion into which racism and colonialism threw it, makes it possible to think about struggles in favor of another society.

## Keywords

Mancala; Awelé game; mathematics teaching; racism; colonialism

## Resumen

Este estudio, desarrollado a nivel de maestría, investigó posibilidades teórico-metodológicas para la exploración del juego Awelé, de la familia Mancala—grupo de juegos asiático-africanos basados en la siembra y la cosecha—, en el contexto de prácticas pedagógicas enfocadas en la enseñanza de las matemáticas antirracistas. Su objetivo central fue explorar el juego Awelé con miras a desarrollar una Secuencia Didáctica. Se trata de una investigación participativa que se realizó con un grupo de 21 estudiantes que cursaban la asignatura “Conocimientos y Metodologías de Enseñanza de las Matemáticas 2”, durante el primer semestre de 2021, en el Curso de Pedagogía de la Universidad Federal de Alagoas, Campus Arapiraca. El extracto de estos análisis permitió presentar una propuesta didáctica que puede realizarse tanto con estudiantes de cursos de formación docente como en clases de los primeros años de la enseñanza primaria, y que se centra en la reflexión sobre la necesidad de subvertir el orden de los juegos de mesa y juegos digitales que señalan ganadores y perdedores. El intercambio de saberes que se produce a partir de la retirada de este juego del abismo del olvido al que lo arrojaron el racismo y el colonialismo, posibilita pensar las luchas a favor de otra sociedad.

## Palabras clave

Mancala; juego awelé; enseñanza de las matemáticas; racismo; colonialismo

## Introdução

Neste estudo, partimos da premissa de que “a escola e o currículo que nela se concretizam são frutos de uma sociedade racista” (Benite, Camargo & Amauro, 2020, p. 14). Recusamos a ideia simplista de que o racismo se reduz a atos individuais de sujeitos contra sujeitos. Para Camargo e Benite (2020, p. 42), “o racismo é um sistema organizado, intrincado, abrangente e atuante em todas as pessoas e em todos os três níveis da vida social: pessoal, interpessoal e institucional”. Além disso, “o racismo sistêmico operacionaliza-se incitando, adequando e estruturando o Estado e suas instituições assim como a iniciativa privada, de modo a manter as coisas como estão no que tange à ordenação social” (Camargo & Benite, 2020, p. 42).

Neste sentido, o racismo é sistêmico e estrutural. De acordo com Almeida (2021), o racismo estrutural não é um novo tipo de racismo. Para esse autor, “o racismo é sempre estrutural, ou seja, ele é um elemento que integra a organização econômica e política da sociedade. [...] não um fenômeno patológico ou que expressa algum tipo de anormalidade” (p. 20). Todas as demais formas de classificar o racismo são apenas modos, ângulos através dos quais se observa o fenômeno. Uma dessas formas de expressão, pode ser observado no campo da Matemática, no que diz respeito aos esforços de branqueamento da autoria do Teorema do Triângulo retângulo.

De acordo com Silva e Farias (2020, p. 131) “as mais antigas referências gregas à história da matemática, que não sobreviveram, atribuem a Tales e a Pitágoras um bom número de descobertas matemáticas definidas”. Contudo, essas atribuições se baseiam em *tradições persistentes* e não em *documentos históricos*. Segundo Silva (2018, p. 58), “esta relação foi utilizada amplamente por africa-

nos, hindus, babilônios e chineses muito antes do nascimento de Pitágoras”. Para Pinheiro (2021), Pitágoras foi um grego que nasceu no ano de 571 a.C. e, de fato, viveu cerca de 20 anos em Alexandria; lá ele aprendeu vários conhecimentos que circulavam naquela sociedade, inclusive o Teorema do Triângulo Retângulo descrito no papiro de Ahmes, “data-do de 1650 a.C.” (Pinheiro, 2021, p. 54-55).

Com efeito, nem todos os espólios subjetivos africanos se mantiveram sob os holofotes ocidentais, como é o caso do Teorema do Triângulo Retângulo. Algumas das produções africanas que foram colonizadas, por não servirem ao modelo de sociedade que foi desenhado na modernidade, foram relegadas ao apagamento histórico. Esse é o caso, por exemplo, do jogo Awelé, da família Mancala.

Os jogos da família Mancala são considerados um dos mais antigos do mundo. De acordo com Zuin e Sant’Ana, ao se tratar dos jogos da família Mancala, “não há um consenso sobre a sua gênese; enquanto alguns apontam seu nascimento por volta de 2.000 a.C., há relatos que indicam que esse jogo existe na África há, aproximadamente, 7.000 anos, sendo considerado o primogênito de todos os jogos de tabuleiro” (2015, p. 10). Pinheiro enfatiza que “Mancala é um nome amplo dado a muitos jogos matemáticos de raciocínio lógico cultivado no continente africano, que guardam entre si diversas semelhanças” (2021, p. 7). Os jogos de Mancala, quando utilizados na escola como um recurso pedagógico, podem favorecer o ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos a partir de referenciais afrocentrados e cosmovisões africanas ancestrais.

O grupo de jogos da família Mancala representa a cultura, a crença, a ancestralidade e a sabedoria dos povos africanos. Porém, ao serem colonizados, foram transformados e

reduzidos a mercadorias. Nesse processo, a essência do jogo, que consistia na semeadura e na partilha da colheita, se desfaz. Na forma de mercadoria, não se joga *com*, se joga *contra*. Trata-se de um ensaio para uma guerra. Aquele/a com quem se joga, o/a outro/a, é sempre um/uma o/a inimigo/a, um/uma adversário/a, que, por isso, precisa ser derrotado/a, aniquilado/a (Mbembe, 2018)

Dentre os jogos da família Mancala, destacamos um dos mais simples: o jogo Awelé. No contexto do ensino formal, é possível considerar que o jogo Awelé da família Mancala pode ser jogado em qualquer etapa da Educação Básica ou do Nível Superior. O jogo possibilita abordar conteúdos matemáticos a partir de cosmovisões alternativas àquelas cujas lentes são as de uma história única e eurocentrada. Dessa maneira, surgiu o interesse em organizar uma Sequência Didática que instigue os/as professores/as a construir conhecimentos no que concerne à Educação Matemática para as Relações Étnico-raciais, contextualizar as histórias dos/as sujeitos/as que estão inseridos/as na escola e difundir as ciências e tecnologias africanas e afro-diaspóricas.

Em face do potencial didático deste jogo, delineamos a seguinte questão de pesquisa: “Que possibilidades teórico-metodológicas para a exploração do jogo Awelé emergem quando nos voltamos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas focadas num ensino de matemática antirracista?” Para esta pesquisa, objetivamos, de modo geral, investigar o jogo Awelé com vistas ao desenvolvimento de uma Sequência Didática que mobilize saberes matemáticos e que tenha como foco o desenvolvimento de práticas pedagógicas antirracistas.

De modo específico, este estudo teve como objetivos: compreender os movimentos do jogo Awelé e suas relações com a exploração de conceitos matemáticos; explorar as possibilidades de desenvolvimento de propostas didáticas a partir do jogo Awelé; analisar os limites e as potencialidades didáticas dos diferentes formatos em que se apresentam os jogos Awelé, com foco na construção de práticas decoloniais de ensino de matemática. Para dar conta desses intentos, foi realizada uma Pesquisa Participante, entre outubro e dezembro de 2021, com as 21 estudantes que cursavam a disciplina “Saberes e Metodologias do Ensino de Matemática 2”, ofertada no 5º período do curso de Pedagogia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca/AL. A carga horária semanal é de 3h, distribuídas em torno de 15 semanas letivas (Universidade Federal de Alagoas, 2018).

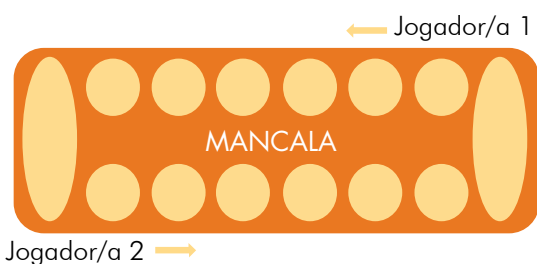
Segundo Faerman (2014), a Pesquisa Participante está ancorada na abordagem qualitativa, e “direciona-se para a realidade social dos sujeitos, suas experiências, sua cultura e seus modos de vida. Logo, prevê uma aproximação horizontal entre sujeito e objeto, tendo em vista que ambos são da mesma natureza” (p. 44). Diante desse ponto de vista metodológico, discorreremos acerca das regras do jogo Awelé. Na sequência, descreveremos como aconteceram o momento de ambientação, de intervenção e de criação das condições de captação dos limites e das contribuições do jogo Awelé para o ensino de

matemática. Por fim, tecemos algumas considerações acerca das análises desenvolvidas.

## Fundamentação da experiência

O jogo Awelé é jogado por duas pessoas. O tabuleiro pode assumir diversos formatos e pode ser construído a partir de diferentes materiais, inclusive no chão de areia. Esse tabuleiro, comumente, se configura com duas fileiras paralelas. Cada fileira contém seis covas, covas, ou escavações em baixo relevo, todas elas aproximadamente de mesmo tamanho, alinhadas uma a outra. Do lado diametralmente oposto, dada uma pequena distância, é disposta outra fileira com covas, covas ou escavações em baixo relevo simétricas à fileira retracitada. Nas posições laterais, nos extremos do tabuleiro, entre o espaço criado pelas duas fileiras de covas, são dispostas duas covas, covas, ou escavações em baixo relevo maiores, nomeadas como *kahlas*. Para ilustrar esse modelo de tabuleiro, dispomos a Figura 1.

Figura 1. Ilustração do tabuleiro do jogo Awelé



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

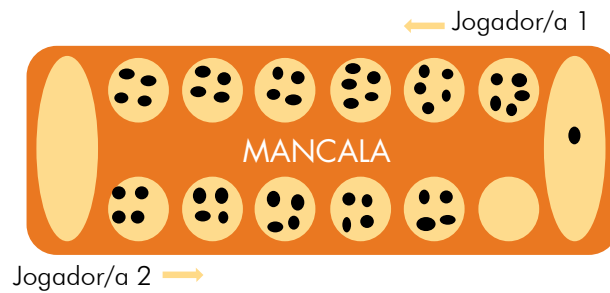
Conforme descrito anteriormente, a partir da ilustração da Figura 1, é possível identificar o paralelismo, a simetria e o alinhamento entre as covas (círculos menores). Do mesmo modo, é possível perceber que, nos extremos do tabuleiro, no espaço entre as covas, estão localizadas as *kahlas* (covas maiores). A ideia de tamanho, de proporção, de paralelismo, de simetria, de profundidade de cada cava

ou *kalah*, e de quantidade são conceitos mobilizados tão somente ao elaborar o tabuleiro, ainda que da forma mais simples. Com efeito, a criatividade pode contribuir para a elaboração de tabuleiros mais sofisticados e que envolvam outros conceitos matemáticos.

Ao passo que o tabuleiro já foi preparado, cada jogador/a recebe 24 sementes e assume um dos lados das covas. As jogadas devem acontecer sempre no sentido anti-horário. Em cada uma das covas são colocadas 4 sementes (total de 48 sementes a serem distribuídas nas 12 covas). As duas covas maiores (*kalah*), não recebem sementes no início do jogo. Essas só são utilizadas após os movimentos de jogada. Cada jogador terá uma *kalah* para depositar as sementes que conseguir capturar. A *kalah* de cada jogador/a é a que está à sua direita.

Cada fila de seis covas é o território do/a jogador/a mais próximo a ela. Ao iniciar o jogo, o/a jogador/a da vez escolhe uma cava dentre aquelas que estão em sua fileira, pega todas as sementes que estão dentro desta cava e as distribui, uma por uma, em cada uma das covas subsequentes, incluindo a sua *kalah*. Essa é a regra principal do jogo: a distribuição das suas sementes. Aqui, trabalhamos a divisão, a partilha, o compartilhamento. Isso implica, por exemplo, caso a cava que o jogador 2 escolha seja a cava mais à sua direita (vizinha de sua *kalah*), que todas as sementes que estiverem nesta cava serão distribuídas, uma na *kalah* do jogador 2, e as demais nas covas do jogador 1, uma vez que o jogo se dá no sentido anti-horário. A exceção a esse movimento é a distribuição na *kalah* da pessoa com que se está jogando. Esse movimento pode ser visualizado a partir da ilustração da Figura 2, considerando o primeiro movimento do jogo no qual todas as covas estavam com o mesmo número de sementes, ou seja, com quatro sementes.

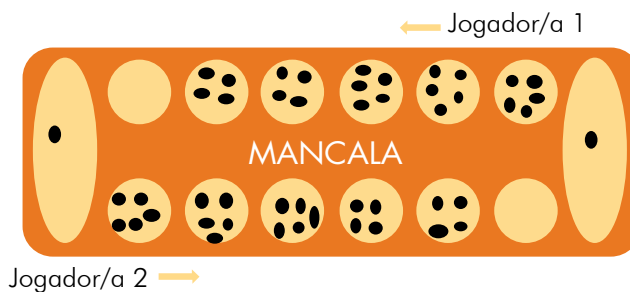
Figura 2. Primeiro movimento do jogo Awelé



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Conforme a ilustração da Figura 2, quando o/a jogador/a passar pelo seu kalah, deposita-se uma semente e continua-se distribuindo nas cavas do/a companheiro/a de jogo, mas não pode colocar semente no kalah dele/a. Ao assumir que o segundo movimento do jogo foi, naturalmente, realizado pelo jogador 1, e que o movimento dele/a foi idêntico ao realizado pelo jogador 2, perceberemos que a distribuição de sementes será a ilustrada na Figura 3.

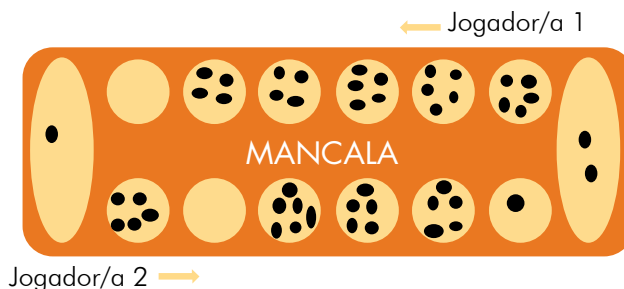
Figura 3. Segundo movimento do jogo Awelé



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Neste caso, ao observarmos a Figura 3, perceberemos que não há distinção simétrica no tabuleiro. Contudo, assumamos que numa terceira jogada, o jogador 2 escolha distribuir as sementes da segunda cava da sua fileira, no sentido da esquerda para a direita (anti-horário). Neste caso, teremos uma nova regra. Essa nova distribuição está ilustrada na Figura 4.

Figura 4. Terceiro movimento do jogo Awelé

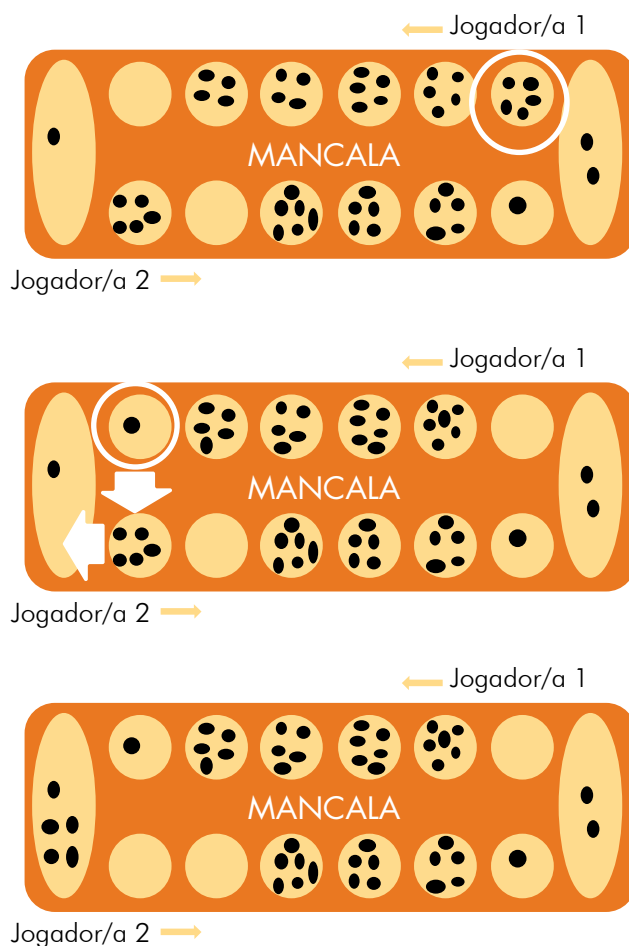


Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Neste caso, a última semente distribuída pelo/a jogador/a 2 foi depositada em sua *kalah*. Quando isso acontece, o/a jogador/a 2 deve jogar mais uma vez.

Ao longo do jogo, pode ocorrer a seguinte situação: suponhamos que o jogador 1 decidiu distribuir as sementes da cava mais à sua esquerda (circulada de branco) (Figura 5). Ao distribuir cada uma das sementes, o jogador 2 finalizou a distribuição numa cava vazia de sua fileira. Quando isso ocorre, o jogador 1 deve capturar as sementes da cava oposta à sua e que está localizada na fileira do jogador 2. Neste caso, o jogador deve capturar todas as sementes da cava oposta àquela na qual a última semente foi distribuída. Esses movimentos podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5. Quarto movimento do jogo Awelé



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Desta forma, o jogador 1 conseguiu acumular mais sementes em sua *kalah*. O jogo termina quando um/a dos/as semeadores/as não tiver mais sementes para distribuir. Dentro de uma lógica competitiva, ganha quem possuir, ao final, mais sementes em sua *kalah*. Com efeito, se a ideia do jogo é fomentar concepções radicalmente antirracistas, ao compreendermos que o racismo é estruturado e estruturante do capitalismo (Almeida, 2020), devemos assumir que a ideia do jogo também é fomentar concepções anticapitalistas. Desta forma, dentro de uma

proposta de ensino de matemática decolonial, antirracista, é imprescindível exercitar a contestação da lógica da competição neste jogo. Em lugar da lógica da disputa, estimula-se a lógica da partilha. Deste modo, não se joga contra, mas se joga com o/a outro/a.

Ao compreendermos os movimentos do jogo e seus fundamentos antirracistas, decidimos explorá-lo junto a estudantes do Curso de Pedagogia. Acerca da etapa de exploração do jogo, discorreremos na próxima seção.

## Descrição da experiência

Os encontros da disciplina “Saberes e Metodologias do Ensino de Matemática 2” aconteceram no primeiro semestre letivo de 2021 (2021.1). Mas, em função da distorção entre o calendário civil e o calendário letivo da universidade, esses encontros ocorreram no final do ano civil de 2021, no contexto do Ensino Remoto Emergencial, modalidade experimentada em função do isolamento social necessário à preservação de vidas no contexto da Pandemia da COVID-19.

Assim, é preciso registrar que do ponto de vista da percepção da realidade dos/das sujeitos/as pesquisados/as, bem como do ponto de vista de como esses/as sujeitos/as percebiam os/as pesquisadores/as, a própria lógica do ensino remoto faz com que, nos encontros síncronos que ocorriam às sextas-feiras à noite, via Google Meet, das 19h às 22h, todos/as os/as componentes desta turma estivessem uns/umas nas casas dos/das outros/as. A intimidade do lar de cada um/a que participou da experiência do ensino remoto esteve profundamente fragilizada.

O grau de intimidade com que nos relacionamos fez com que conhecêssemos as pessoas com quem os/as pesquisadores/as e as sujeitas pesquisadas moravam, bem como suas vizinhanças. Fez com que fossem explicitadas as dificuldades de algumas participantes da pesquisa em interagir com a turma em função de ruídos externos (caixa de som, televisão alta, etc.), sobretudo porque a aula era na sexta-feira à noite.

Muitas das estudantes dessa turma também não abriram a câmera do smartphone ou do computador durante todo o período em que estivemos realizando a Pesquisa Participante, salvo para direcionar a câmera exatamente para os trabalhos que tinham que ser apresentados. Se por um lado, as estudantes quase nunca abriam a câmera, por outro lado, sempre que podiam, abriam o microfone e participavam ativamente dos momentos de exposição dialogada, perguntavam quando tinham dúvida e aparentavam manter uma ótima relação entre elas e também para com o professor responsável.

As aulas da sexta-feira, apesar de acumularem o cansaço da semana inteira e de terem duração de 3h sem intervalos, transcorriam muito rapidamente. A sensação sempre era de que poderíamos ficar muito mais tempo ali dialogan-

do sobre recursos didáticos, possibilidades de uso, saberes matemáticos e estratégias didáticas.

O professor da disciplina informou que tinha atuado por sete anos no contexto da Educação Básica. Contudo, uma vez que sua formação inicial era em Física Licenciatura, esse professor havia atuado neste nível de ensino somente no Nível Médio e não tinha experiência de sala de aula no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

As estudantes da turma não tinham experiência profissional no campo da Educação. Do ponto de vista das atividades de Estágio e de Extensão, oferecidas pela Universidade, a Pandemia da COVID-19 impediu que essa turma tivesse a oportunidade de viver o ambiente da escola na perspectiva da profissionalização. Com efeito, uma estudante, subvertendo às expectativas, revelou experiências singulares. Ela era intérprete da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) e dava aulas de reforço a uma criança surda que morava próximo à sua casa.

Neste sentido, inicialmente, em diálogo com o professor responsável pela disciplina, acordamos que faríamos um momento de ambientação para que a turma se sentisse à vontade com nossa presença e para que pudessemos captar os movimentos das estudantes e do professor, ou seja, as práticas sociais que eram próprias daquela sala de aula.

Assim, os primeiros quatro encontros, realizados entre novembro e dezembro de 2021, se constituíram em momentos de ambientação, nos quais buscamos nos aproximar das estudantes e assim nos integrar à turma. Essa integração era imprescindível para que pudessemos fazê-las se sentir à vontade para vivenciar práticas com o jogo Awelé e expressar com a maior franqueza possível

suas percepções acerca das limitações e das contribuições didáticas desse jogo.

Como se tratava de uma etapa da pesquisa de campo e uma pesquisa com seres humanos, o primeiro movimento ao acessar à turma foi o de solicitar a cada uma das participantes a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Caso alguma estudante, ou o professor, não concordasse com algum dos itens do TCLE, a pesquisa seria abortada na turma e procuraríamos outro lócus para realizá-la. Um dos critérios de escolha para o desenvolvimento das atividades de pesquisa nesta turma foi o acesso ao professor, à coordenação do curso e à gestão da universidade, mas o fator determinante para a realização da pesquisa especificamente nesta turma foi a concordância de todas as integrantes com os termos do TCLE.

Ao concordarem com os termos, informamos que se tratava de uma pesquisa em nível de Mestrado. No processo de Pesquisa Participante, estaríamos em parceria com todas, dialogando em busca de produzir interlocuções teórico-práticas a partir de nossas experiências com o ensino de matemática nos anos iniciais e sobretudo a partir do uso do jogo Awelé. Para isso, a equipe de pesquisadores estaria participando das aulas, faria observações das atividades, interagiria nos encontros, apresentaria a proposta de ensino e nesta, cada uma das estudantes poderia expressar o que percebiam enquanto limitações e enquanto contribuições da proposta para o ensino de matemática. A partir deste momento, passamos a frequentar os encontros da disciplina. Os quatro primeiros encontros com a turma se constituíram em momentos de ambientação e estreitamento de relações entre os pesquisadores e as alunas.

A partir do momento de ambientação, conseguimos nos integrar à turma. Ganhamos a confiança das estudantes e também nos sentimos à vontade para dialogar com elas sobre o epistemicídio perpetrado contra os povos africanos, sobretudo aquele que arremessou o jogo Awelé no esquecimento. Segundo Pinheiro (2021), o epistemicídio diz respeito a um genocídio epistêmico. O epistemicídio envidado contra o jogo Awelé diz respeito a um racismo estrutural que implica no apagamento, na negação da intelectualidade e na sublimação da potência científico-cultural do povo negro. Trata-se de um modo de expressão do racismo estrutural.

Através dos diálogos construídos nesses quatro primeiros encontros nos aproximamos das estudantes e conseguimos captar a realidade social das sujeitas que ali estavam envolvidas, registrar suas experiências e apreender a cultura emergente das práticas sociais que se manifestavam naqueles encontros da sexta-feira à noite. Com efeito, chegava o momento de assumir, junto com o professor, a posição docente naquela turma. Essa passagem não poderia comprometer a relação horizontal que havíamos construído com as estudantes. Assim, dentro da abordagem da Pesquisa Participante, não nos colocaríamos como “os/as professores/as”, ou como “aqueles/as que detém o conhecimento”. Optamos por tratá-las como colegas que poderiam contribuir conosco em nossa busca por aprofundamento teórico-metodológico. Para isso, apresentamos uma proposta de ensino em quatro etapas. Acerca dessas etapas, discutiremos a seguir.

## Sistematização e análise da experiência

Os movimentos de ação e reflexão se deram no decurso de quatro etapas. Foram elas: 1ª Etapa: origens, lógica e regras do jogo Awelé; 2ª Etapa: construindo um tabuleiro para o jogo awelé; 3ª Etapa: compreendendo regras, estratégias e jogando com os pares o jogo Awelé; 4ª Etapa: reflexões acerca de problemas matemáticos a partir das regras e estratégias do jogo Awelé. Acerca da implementação dessas etapas, discorreremos a seguir.

### a) Encontro 5 - 1ª Etapa: origens, lógica e regras do jogo Awelé

Após a conclusão dos momentos de ambientação, passamos à primeira etapa da implementação da Sequência Didática. Elaboramos uma apresentação de slides na qual exploramos as origens ancestrais africanas do jogo, a lógica anticapitalista que em suas origens o jogo possuía, e nos dedicamos a tecer orientações acerca das regras do jogo.

Como estávamos no cenário do Ensino Remoto Emergencial, sugerimos que as estudantes fizessem o download do jogo Awelé a partir das lojas de aplicativos

disponíveis nos smartphones delas. Todas as estudantes da turma possuíam smartphones. Sugerimos que buscassem pelo descritor “Man-

cala”. Algumas das capturas de tela desses jogos, que foram utilizados nesta experiência, podem ser visualizadas na Figura 6.

Figura 6. Interfaces dos jogos *Awelé* digitais para fazer download nos smartphones



(a)



(b)



(c)



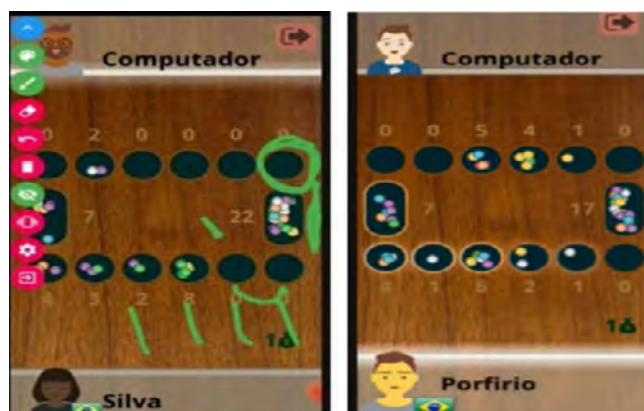
(d)

Fonte: arquivos da pesquisa (2023)

Também sugerimos que procurassem, a partir de buscadores disponíveis na internet (Como Yahoo, Google, etc.), nos browsers (navegadores como Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, etc.), jogos Awelé que

pudessem ser jogados online, sem a necessidade de fazer download. Dentre os jogos que foram explorados, uma das estudantes enviou a captura de tela daquele que ela mais gostou. A imagem desse jogo está disponível na Figura 7.

Figura 7. Interface do jogo *Awelé* digital para jogar online a partir do navegador



Fonte: arquivos da pesquisa (2023)

Todas as estudantes fizeram o download, a maioria explorou jogos online e muitas delas exploraram mais de um aplicativo. Com isso, a explicação das regras do jogo ficou mais fácil. Contudo, observamos que, diferente da concepção anticapitalista, arraçoado da modernidade, que fundamenta o jogo Awelé, na qual não se joga *contra*, se joga *com*, no contexto dos jogos Awelé digitais, essa concepção não se mantém. Ao jogar no aplicativo com o smartphone, ou no navegador da internet, ao final da partida, se o aplicativo tivesse capturado mais sementes, aparecia na tela final do jogo para o/a jogador/a a mensagem “*you lost*”, “*try one more time*”, ou frases do tipo.

Caso a jogadora, ao final do jogo, tivesse capturado mais sementes que o aplicativo com o smartphone, ou no navegador da internet, então aparecia a mensagem “*congratulations*”, ou algo do gênero. Neste ponto percebemos dois aspectos: o primeiro era que, no contexto dos jogos Awelé digitais, havia, necessariamente, um/a ganhador/a e havia um/a perdedor/a; e que, à época, não conseguimos encontrar nenhum jogo traduzido para o português.

Ou seja, o jogo Awelé que jogamos nos smartphones era, em sua essência, radicalmente divergente do jogo Awelé que havíamos exposto nos slides. Tratava-se ali de um jogo dentro da lógica colonialista e que operava dentro da ordem do capitalismo, que coloca uns/umas contra os/as outros/as, que estabelece uma disputa na qual só há espaço para um/a vencedor/a, na qual é preciso eliminar o/a inimigo/a para poder vencer (Mbembe, 2018).

Ao final deste encontro, solicitamos que as estudantes explorassem mais o jogo digital para se apropriarem melhor das regras e estratégias, mas também solicitamos que pesquisassem sobre a construção de tabuleiros do jogo Awelé, da família Mancala. Assim, além de explorarem mais o jogo digital, solicitamos que compusessem novamente grupos de cinco componentes e, coletivamente, construíssem um tabuleiro físico para o jogo Awelé.

## b) Encontro 6 – 2ª Etapa: construindo um tabuleiro para o jogo Awelé

Neste encontro, solicitamos que os grupos relatassem, um a um, como pensaram na elaboração dos tabuleiros, que materiais utilizaram, que fontes de pesquisa acessaram, quais as dificuldades que tiveram e que, por fim, apresentassem o tabuleiro que foi produzido por cada uma. Em resposta às provocações, as estudantes informaram que encontraram muitas dificuldades em localizar informações consistentes sobre a elaboração de tabuleiros Awelé e mesmo acerca da existência desse jogo.

Havia muita divergência entre os sites que foram acessados. Cada um apresentava modelos diferentes de jogos e com materiais muito variados. Isso acabou confundindo as estudantes, mas ao mesmo tempo fez com que elas tomassem a consciência de que estavam diante de algo novo, embora sua origem

cronológica, paradoxalmente, sinalizasse que se tratava de um dos jogos mais antigos da humanidade.

### c) Encontro 7 – 3ª Etapa: compreendendo regras, estratégias e jogando com os pares o jogo Awelé

Neste encontro, desafiamos as estudantes a jogarem durante a aula o jogo digital, no entanto, uma com a outra e não mais com o aplicativo ou navegador da internet. Nesta oportunidade, as estudantes comentaram que os jogos digitais, comumente, ofereciam três possibilidades: jogar contra o próprio aplicativo (offline), jogar contra algum/a outro/a jogador/a que também estivesse acessando o mesmo aplicativo no mesmo momento que ela (online), ou jogar contra o computador/smartphone em aplicativos online que não precisassem fazer download.

Nesse cenário, as estudantes relataram muita dificuldade em encontrar alguém que também estivesse online no aplicativo para poderem jogar *contra* outra pessoa e não *contra* uma máquina. Relataram também que, no jogo *contra* a máquina, elas podiam regular os níveis de dificuldade com que a máquina iria jogar *contra* elas.

Duas estudantes relataram que conseguiram jogar com pessoas de sua família e que essas pessoas gostaram muito do jogo. Outras três relataram que construíram o tabuleiro e que jogaram o jogo, duas com as primas e outra com a filha. Em ambos os casos, tanto as primas, quanto a filha, adoraram o jogo físico. A Figura 8 ilustra alguns dos tabuleiros dos jogos da família Mancala que foram produzidos pelas estudantes, inclusive tabuleiros que, embora sejam da família Mancala, não são Awelé (Fig. 8 d).

Figura 8. Tabuleiros de mancala produzidos pelas estudantes



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Fonte: arquivos da pesquisa (2023).

Observa-se, a partir das imagens, que as estudantes utilizaram os mais variados recursos para produzir os tabuleiros. Utilizaram cartolina colorida, gesso e areia colorida, EVA (material emborrachado), papelão, fitas adesivas coloridas e tampinhas de garrafa PET, e caixas de ovos com copinhos descartáveis de plástico. As peças do jogo foram as sementes mais diversas. Observamos que houve grande empolgação na socialização dos tabuleiros e na narrativa de como exploraram esses tabuleiros com seus familiares.

De acordo com Campelo, Barbosa e Ribeiro (2019, p. 7), “os jogos de Mancala são classificados segundo o número de fileiras formadas pelas cavidades. Os mais difundidos são os de duas fileiras conhecido como Mancala 2 (de grau 2)”. O jogo Awelé é um jogo de duas fileiras, ou seja, Mancala 2. Com efeito, percebemos que uma das estudantes elaborou um tabuleiro de Mancala triangular (Fig. 8 d), que não era esperado para essa atividade, mas não havíamos interditado sua produção. Isso sinaliza para as múltiplas possibilidades de tabuleiros, de jogos, regras e estratégias que os jogos da família Mancala apresentam.

#### d) Encontro 8 – 4ª Etapa: reflexões acerca de problemas matemáticos a partir das regras e estratégias do jogo Awelé

Em continuidade, passamos ao último encontro realizado por ocasião da Pesquisa Participante. Nesta oportunidade, produzimos reflexões acerca de problemas matemáticos, sobre as regras do jogo Awelé, bem como sobre as estratégias que utilizaram na exploração tanto do jogo digital quanto do tabuleiro do jogo físico.

Tais reflexões foram fomentadas no contexto de uma roda de conversas que realizamos junto com as estudantes. Nessas reflexões, resgatamos as origens africanas deste jogo; apontamos que esse destaque na abordagem didática é fundamental para tensionar a narrativa do currículo oficial que é hegemonicamente branca e masculina; situamos essa sequência didática como um esforço para a construção de alternativas de ensino de matemática numa perspectiva antirracista. Além disso, também discutimos sobre conceitos matemáticos que poderiam ser explorados a partir desse jogo e em quais componentes curriculares seus usos poderiam ser feitos.

A partir desse debate, consensuamos que seria possível explorar conceitos do campo da Língua Portuguesa (por que falamos português no Brasil?), da Matemática (como resolver problemas de adição, subtração, multiplicação, divisão, a partir das jogadas no tabuleiro Awelé?), da Geografia (que nomes recebem os tabuleiros de Mancala e que tipos de jogos de Mancala são encontrados em cada região do globo terrestre?), da História (que movimentos históricos fizeram com que, no Brasil, os jogos da família Mancala fossem arremessados no esquecimento?), das Ciências da Natureza (qual o impacto do lixo, sobretudo do lixo plástico que é descartado por nós – mas que podemos reciclar – em biomas

como o mar, os mangues, as florestas, etc.?), nas Artes Plásticas (como produzir tabuleiros de Mancala com cores quentes, frias, com papel machê, com dobraduras, etc.?), no Ensino Religioso (em suas origens, os jogos de Mancala desempenhavam algum papel religioso? Em caso afirmativo, que papéis eram esses? Para quais povos?), na Filosofia (quais as relações entre racismo e os jogos de Mancala?), na Sociologia (o que é o capitalismo e em quais aspectos os jogos de Mancala têm de se adaptar para sobreviver neste modo de produção?), etc.

A experiência com os tabuleiros físicos e os tabuleiros digitais nos permitiu novos olhares acerca dos limites e das contribuições do jogo Awelé para o ensino de matemática no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

## Considerações finais

Evidenciamos, a partir da Pesquisa Participante que, no contexto da educação mediada por interfaces da internet, é possível utilizar o jogo Awelé digital, seja a partir de dispositivos móveis como o smartphone ou a partir de computadores de mesa. É possível dispor de aplicativos que, uma vez feito o download, não exigem conexão com a internet e permitem ser transportados de um aparelho para o outro a partir de um dispositivo de mídia como pen-drive. É possível ainda jogar o Awelé remotamente com outros/as jogadores/as caso haja conexão com a internet e caso haja algum/a outro/a jogador/a conectado/a ao jogo digital naquele momento com interesse em realizar uma partida síncrona e remota.

Para que as práticas com o jogo Awelé digital possam ser realizadas, é imprescindível que uma primeira condição seja atendida: a condição material. Ou seja, para fazer uso dos jogos digitais é preciso que os/as estudantes

tenham acesso a smartphones, tablets, notebooks, ou computadores do tipo *desktop*. Para que possam fazer o download, utilizar os jogos digitais e realizar partidas remotamente com outros/as jogadores/as, é preciso também, além de dispor dos suportes tecnológicos, dispor de boa conexão com a internet.

Ainda sobre os jogos Awelé digitais, observa-se que é necessário dialogar com seus desenvolvedores, ou com as instituições de pesquisa, no sentido de produzir jogos Awelé digitais nos quais os/as diferentes jogadores/as não sejam colocados/as numa arena de disputas, na qual um/a joga contra o/a outro/a. A lógica da sementeira, do cultivo, da colheita e, sobretudo, da partilha, se perde no contexto dos jogos digitais que tivemos acesso, uma vez que esses reproduzem a lógica da competição, própria da sociedade capitalista e, portanto, a lógica da modernidade europeia.

Com efeito, é preciso recordar que foram feitas muitas buscas por aplicativos em português e que rejeitassem a lógica da competição, na qual o desafio era capturar o máximo de sementes do tabuleiro para que o/a outro/a jogador/a não ficasse com nenhuma ou que ficasse com o mínimo possível. Se na vida, um/a único/a sujeito/a captura para si todas ou quase todas as sementes, isso inevitavelmente faz com que os/as demais sujeitos/as que não conseguiram a mesma proeza tenham de dividir as migalhas que o/a ganhador/a não conseguiu capturar.

A produção de tabuleiros de Mancala, notadamente tabuleiros para o jogo Awelé, a partir de recursos recicláveis, como é o caso de papelão, caixas de ovos, potes de iogurte, garrafas PET, dentre outros recursos, pode contribuir para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares para as quais confluem temas

diversos, dentre os quais aqueles do campo da Educação Ambiental e de uma Educação Matemática antirracista.

Os/As estudantes podem ser desafiados/as e orientados/as a um trabalho de pesquisa em sites confiáveis da internet, ou livros que tratem do tema, para se aprofundarem no assunto. Podem produzir uma mostra cultural a partir dos saberes que apreenderam e dos tabuleiros que produziram. A valorização dos saberes ancestrais do povo negro pode contribuir para a valorização do potencial intelectual e artístico das crianças ao serem autoras de seus tabuleiros de Mancala. Esses tabuleiros podem ser levados para casa e serem jogados com seus familiares, amigos/as ou responsáveis, o que denota uma abordagem coletiva quanto à construção de saberes, se opondo ao individualismo tão presente na educação formal.

Ao longo dos encontros, percebemos que os debates desenvolvidos se constituíram, para além de espaços de formação, também espaços de resistência à uma pedagogia colonial. Ali partilhamos muito mais que conhecimentos ancestrais e saberes matemáticos. Aqueles encontros permitiram criar uma rede de apoio e nos divertir nas noites de sexta-feira, no fim do ano civil de 2021. Sobreviver à COVID-19 e à toda a pressão psicossocial decorrente daquele momento histórico é uma demonstração de resistência às tentativas de esvanecimento de vidas subalternizadas. Desenvolver estratégias de ensino de matemática que desafiem a lógica racista, própria desta sociedade capitalista, é desenvolver formas de resistir e existir de forma humana.

No contexto dessas resistências, subvertemos a ordem dos jogos digitais que apontavam ganhadores/as e perdedores/as e também tivemos a oportunidade de perceber que as participantes da pesquisa conseguiram apreender que o jogo Awelé, enquanto novidade, pode ser desafiador, mas, quando compreendido, sobretudo quando compreendidas as suas origens e regras, possibilita animar a casa na qual se está em isolamento social, seja pelo empenho na produção dos tabuleiros, seja no uso dos tabuleiros com as pessoas com as quais se convive, seja pela partilha de conhecimentos que se dá em função da retirada desse jogo do abismo do esquecimento no qual o racismo e o colonialismo o arremessaram.

Como extrato possível de ser replicado ou aperfeiçoado em práticas de ensino de matemática, seja no contexto da formação inicial de professores, seja no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental, apresentamos uma proposta de ensino, com foco no uso do jogo Awelé em práticas de ensino de matemática.

Compreendemos assim, que a formação inicial de professores/as é um espaço privilegiado para a mobilização de saberes relacionados à temática da Educação para as Relações Étnico-raciais. É nesse contexto que a reflexão sobre uma formação antirracista deve ser considerada ao desenvolver práticas antirracistas na escola e na universidade. É imprescindível observar se, com nossas ações, não estamos fortalecendo práticas centradas no racismo, no colonialismo e no

epistemicídio. Se não estamos evidenciando os estereótipos, excluindo pessoas racializadas a partir de lentes que só conseguem enxergar a narrativa de uma história única, eurocêntrica, branca e masculina.

Ao socializar os resultados de nossas análises da experiência de implementação do jogo Awelé no contexto de um curso superior de formação docente, esperamos produzir um espalhamento do nosso engajamento com a luta antirracista e construir possibilidades de uma Pedagogia decolonial. Nossa expectativa é suscitar novas experiências de descoloniização do currículo, tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior.

## Referências

- Almeida, S. L. de. (2020). *Racismo estrutural*. Sueli Carneiro; Editora Jandaíra.
- Benite, A. M. C., Camargo, M. J. R., & Amauro, N. Q. (2020). Introdução. In A. M. C. Benite, M. J. R. Camargo, & N. Q. Amauro (Orgs.), *Trajetórias de descoloniização da escola: o enfrentamento do racismo no ensino de ciências e tecnologias*. (pp. 13-18). Nadyala.
- Camargo, M. J. R., & Benite, A. M. C. (2020). Cartografias do racismo e resistência: um breve levantamento histórico. In A. M. C. Benite, M. J. R. Camargo, & N. Q. Amauro (Orgs.), *Trajetórias de descoloniização da escola: o enfrentamento do racismo no ensino de ciências e tecnologias*. (Cap. 1, pp. 19-64). Nadyala.
- Campelo, A. F. R., Barbosa, D. S., & Ribeiro, J. P. M. (2019). O jogo africano mancala como semeador de uma educação antirracista, decolonial e intercultural na Escola Pluricultural Odé Kayodê. In XIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Cuiabá/MT, 2019. "Educação Matemática com as Escolas da Educação Básica: interfaces entre pesquisas e salas de aula". Disponível em: <https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/download/2299/1130> Acesso em: 17 de jul. de 2022.
- Faerman, L. A. (2014). A pesquisa participante: Suas contribuições no âmbito das ciências sociais. *Revista Ciências Humanas*, 7 (1), 41-56. Disponível em: <https://www.rchuntau.com.br/index.php/rch/article/viewFile/121/69> Acesso em: 21 de jul. de 2022.
- Mbembe, A. (2018). *Necropolítica: biopoder, soberania, estado de exceção, política da morte*. n-1.
- Pinheiro, B. C. S. (2020). *@Descolonizando\_Saberes: mulheres negras na Ciência*. Editora Livraria da Física.
- Pinheiro, B. C. S. (2021). *História preta das coisas: 50 invenções científico-tecnológicas de pessoas negras*. Editora Livraria da Física.
- Silva, G. R. (2018). Uma proposta didática para descolonizar o "Teorema de Pitágoras" em cursos de licenciaturas em matemática. In B. C. S. Pinheiro & K. Rosa (Orgs.), *Descolonizando saberes: a Lei 10.639/2003 no ensino de ciências* (Cap. 3, pp. 57-74). Editora Livraria da Física.
- Silva, G. R., & Farias, L. M. S. (2020). Caminhos para uma descoloniização epistemológica: contribuições para a descoloniização da didática da Matemática. In A. M. C. Benite, M. J. R. Camargo, & N. Q. Amauro (Orgs.), *Trajetórias de descoloniização da escola: o enfrentamento do racismo no ensino de ciências e tecnologias* (Cap. 4, pp. 107-138). Nadyala.
- Universidade Federal de Alagoas. (2018). *Projeto Pedagógico do Curso de Pedagogia Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca*. Disponível em: <https://arapiraca.ufal.br/graduacao/pedagogia/>

documentos/projeto-pedagogico/ppc-pedagogia-2018/view Acesso em: 20 de jul. de 2022.

Zuin, E. S. L., & Sant'ana, N. A. S. (2015). Produzindo aproximações da cultura africana com a matemática escolar: a utilização do jogo mancala. *Revista Pedagogia em Ação*, 7(1), p.7-26.



## Experimentação e formação de professores/as de Química: diálogos com a relação com o saber

- Experimentation and Training of Chemistry Teachers: Dialogues with the Relationship with Knowledge
- Experimentación y formación de maestros de química: diálogos con la relación con el saber

Amanda Cristina Lança\*   
Wellington Francisco\*\* 

### Forma de citar este artículo:

Lança, A. C. e Francisco, W. (2024). Experimentação e formação de professores/as de Química: diálogos com a relação com o saber. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 94 - 113. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18621>

### Resumo

A teoria da relação com o saber, desenvolvida por Bernard Charlot, examina como o sujeito se apropria do conhecimento ao longo da sua trajetória vivencial. Partindo dessa noção, este estudo identifica sete elementos formativos da relação com o saber para explorar as concepções dos estudantes de Licenciatura em Química do estado do Tocantins sobre o papel da experimentação no ensino e aprendizagem da Química. Realizou-se uma pesquisa qualitativa, utilizando-se o método de caso. O balanço do saber serviu como instrumento de pesquisa e a análise de conteúdo foi aplicada para tratar os dados. Os resultados apontaram que as concepções dos estudantes transitam entre a experimentação investigativa e ilustrativa, o que é condizente com a realidade escolar. No entanto, reconhece-se a necessidade de intensificar as discussões sobre experimentação ao longo da formação acadêmica.

### Palavras-chave

experimentação; formação de professores; relação com o saber; ensino de química

\* Mestra em Química. Professora de Educação Básica. Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, Brasil. [amandacristinalanca17@gmail.com](mailto:amandacristinalanca17@gmail.com)

\*\* Doutor em Química. Professor universitário. Universidade Federal da Integração Latino-Americana - Foz do Iguaçu, Brasil. [welington.francisco@unila.edu.br](mailto:welington.francisco@unila.edu.br)



## Abstract

Bernard Charlot's theory of the relationship with knowledge examines how the subject appropriates knowledge throughout their lived trajectory. Based on this notion, this study identifies seven training elements of the relationship with knowledge to explore the conceptions of Chemistry undergraduate in the state Tocantins, Brazil, regarding the role of experimentation in teaching and learning Chemistry. A qualitative research was conducted using the case study method. The balance of knowledge served as a research instrument, and the content analysis was applied to process the data. The results showed the students' conceptions oscillate between investigative and illustrative experimentation, reflecting the school reality. However, there is a recognized need to intensify discussions about experimentation throughout the academic training.

## Keywords

experimentation; teachers' training; relationship with knowledge; chemistry teaching

## Resumen

La teoría de la relación con el saber, desarrollada por Bernard Charlot, examina cómo el sujeto se apropia del conocimiento a lo largo de su trayectoria vivencial. Basándose en esta noción, este estudio identifica siete elementos formativos de la relación con el saber para explorar las concepciones de los estudiantes de Licenciatura en Química del estado de Tocantins sobre el papel de la experimentación en la enseñanza y aprendizaje de la química. Se llevó a cabo una investigación cualitativa utilizando el método de estudio de caso. El balance del saber sirvió como instrumento de investigación y el análisis de contenido fue aplicado para tratar los datos. Los resultados indicaron que las concepciones de los estudiantes oscilan entre la experimentación investigativa y la ilustrativa, reflejando la realidad escolar. Sin embargo, se reconoce la necesidad de intensificar las discusiones sobre la experimentación a lo largo de la formación académica.

## Palabras clave

experimentación; formación de profesores; relación con el saber; enseñanza de la química

## Introdução

Este trabalho é um recorte de uma dissertação de Mestrado que relacionou a formação de professores e professoras de Química sobre a temática da experimentação, buscando responder como os licenciandos em Química do estado do Tocantins estão sendo formados para ministrar atividades experimentais. Para isso, utilizou-se elementos da relação com o saber para identificar essa formação (Charlot, 2021; Charlot, 2000; Francisco, 2019).

Entende-se que ensinar Química deve ir além da memorização de fórmulas, teorias e reações, uma vez que muitas vezes não é feito o estabelecimento de relações com o mundo dos sujeitos. Desse modo, concorda-se com Santos Junior e Marcondes (2010) que o uso da experimentação auxilia no aprendizado científico porque permite aos estudantes realizar investigações, propor hipóteses e avaliá-las, colocando-os como cidadãos pensantes e conscientes sobre o conhecimento químico.

A experimentação é uma importante metodologia de ensino, sendo caracterizada pelo papel investigativo e auxiliando os estudantes a: (i) pesquisarem e discutirem; (ii) formularem ideias com base em dados científicos; (iii) compreenderem explicações e teorias. Tudo isso sob a supervisão do educador (Santos et al., 2019). Trabalhar com as substâncias e suas propriedades, entender como ocorrem as reações e saber interpretar os resultados de um experimento para compreendê-lo são pontos para um aprendizado químico mais sólido (Queiroz, 2004).

Borges (2002) relata que os professores concordam que a experimentação contribui para o Ensino de Química. Contudo, o autor entende que deve haver um embasamento teórico prévio para que bons resultados de aprendizado sejam gerados. Embora essa

discussão teórica possa surgir a partir dos próprios dados, de modo a iniciar a compreensão de seus significados, é comum que tais discussões ocorram antes da realização das experimentações.

Por isso, a experimentação pode ser realizada de diversas maneiras, apoiando-se em diferentes princípios e realidades para ser utilizada. Diversos autores destacam que a experimentação pode ser mais fechada, de forma ilustrativa, ou mais livre para os estudantes, sendo mediada pelo educador de forma direta ou indireta. (Francisco Junior, Ferreira & Hartwig, 2008; Borges, 2002).

Dentre as estratégias mais citadas na literatura, a experimentação pode ser realizada de forma: (i) Ilustrativa, cujo foco do professor é realizar demonstrações, retomar conceitos já trabalhados em sala de aula, geralmente com roteiros definidos e sem abertura para os estudantes proporem explicações (Francisco Junior, Ferreira & Hartwig, 2008); (ii) Investigativa, é o momento em que os estudantes investigam algo, discutindo a problemática oferecida pelo educador, coletando dados, propondo hipóteses, chegando a diversas suposições, debatendo com todos da turma a partir da supervisão do educador e chegando ao um consenso final (Carvalho, 2018; Borges, 2002). É salutar que a experimentação investigativa possua uma variedade de liberdade e autonomia para os estudantes, ficando a escolha do professor definir o grau de liberdade de acordo com a turma; e (iii) Problematizadora, quando o estudante participa de todas as etapas de ensino investigativo, desde a escolha do tema até o momento da realização da prática (Francisco Junior, Ferreira & Hartwig, 2008).

Assim, Rocha, Altarugio e Malheiro (2018) apontam para a importância de fomentar a formação de futuros professores sobre o papel

da experimentação, assim como debater no processo formativo as diferentes estratégias de ensino (experimentação ilustrativa/demonstrativa; experimentação investigativa; experimentação problematizadora) e suas características. Isso permitirá o desenvolvimento de saberes que darão suporte ao utilizar essa metodologia enquanto profissional.

Compreender essa trajetória formativa possibilita prever como a experimentação será realizada por esses futuros professores. Para isso, apoia-se na noção da relação com o saber proposta por Charlot (2000; 2021), que visa fazer uma leitura positiva das situações vividas pelos sujeitos enquanto ocorre o processo de aprender. O autor destaca aspectos como a posição social da família, singularidade e história do indivíduo, significados que conferem a cada posição, sentidos e práticas de cada sujeito e especificidade da relação com o saber. Ademais, considera que toda a relação com o saber possui uma base antropológica e que o processo em que o ser humano aprende é a partir da apropriação da humanidade que o mundo lhe oferece (Charlot, 2021).

Além disso, é preciso verificar e entender toda a trajetória desse indivíduo, como se sente no mundo que habita, seu nível de conforto e aceitação do local, e a maneira que o sujeito vê as atividades executadas. Do ponto de vista do ensino da Química, é preciso verificar o nível de aproveitamento e valorização do estudo e do ambiente em que se realiza ou realizou a experimentação durante sua formação, bem como identificar a maneira pela qual os educadores retratavam a importância dos diferentes tipos de atividades experimentais para o Ensino de Química. Analisando todos esses aspectos, é possível fazer uma leitura positiva desse sujeito, verificando por que alguns estudantes sentem dificuldade em realizar experimentação e outros não.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivos: i) identificar a concepção dos estudantes a respeito da experimentação; e ii) traçar um perfil de formação em Química frente às características da experimentação.

### Relação com o saber: fundamentos e diálogos entre os elementos formativos e a experimentação

Charlot (2000) destaca que todo ser humano no mundo é um ser social e singular. Para se tornarem seres humanos, passam por um processo conhecido como humanização; sucedido pelo de singularização, que é a maneira de se entender como único; e, por fim, a socialização, a forma como o sujeito se encontra na sociedade. Compreendendo essa tríade, é possível entender o porquê de alguns estudantes irem bem e outros mal no processo escolar, pois:

A relação com o saber é a entre um sujeito com ele mesmo, com o mundo e com o outro, fazendo ligações entre locais, objetos, pessoas e situações. É a forma que o sujeito se apropria do saber a partir da escola, dos educadores, dos familiares, amigos, além da linguagem, do tempo, da ação com e sobre o mundo, com outros e consigo mesmo. (Charlot, 2000).

Essa dupla leitura, em termos sociais e singulares, não deve ser aditiva. Charlot (2021, p. 5) aprofunda que essa dualidade deve ser “multiplicativa para compreender a construção singular de um sujeito a partir do que a sociedade lhe oferece e lhe impõe”. Tudo isso advém de como o sujeito se relaciona durante sua trajetória educacional.

Por isso, a relação com o saber visa compreender como o sujeito “(...) organiza seu mundo, como ele dá sentido à sua experiência e especialmente à sua experiência escolar (...) e como o sujeito apreende o mundo e, com isso, como se constrói e transforma a si próprio” (Charlot, 2005, p. 41). Dessarte, a relação com o mundo está conexas com todo o conhecimento que o sujeito interpreta e estuda a partir do seu mundo.

O sujeito se relaciona com esse mundo a partir do que lhe faz sentido e tem importância, sendo capaz de construir e reconstruir seu mundo desde a relação com o outro e consigo mesmo. A ressaltar esse fito, é na atividade intelectual que o estudante deve encontrar o motivo para aprender, caso contrário não entrará na atividade. Assim, o estudante deve buscar recursos para adquirir o aprendizado e obtenção do saber para conseguir aprender (Charlot, 2001).

Toda operação, norma ou metodologia utilizada para que o sujeito se aproprie do conhecimento está relacionada com a normatividade, bem como todos os conhecimentos e conceitos adquiridos estão ligados à rede de significados (Charlot, 2000).

Assim, o papel do professor torna-se importante no processo de formação inicial. É a partir dos questionamentos relacionados aos conhecimentos de mundo que é possível despertar no estudante o desejo de estudar. Isso pode provocar um movimento em busca dos conhecimentos, a partir de pesquisas,

discussões e investigações, possibilitando a formação professores críticos.

Por conseguinte, a relação com o mundo envolve os conhecimentos adquiridos durante a formação e a forma como poderão ser usados futuramente, pois “o ser humano não é um espectador do mundo, ele é, coletivamente, individualmente, e sempre em uma história, um ator nesse mundo” (Charlot, 2021, p. 5).

Já a relação com o outro, que também é uma relação com o saber, envolve a interação entre os sujeitos. O outro pode auxiliar no entendimento de um determinado assunto, como Química, Matemática e Português, ou ensinar um conhecimento prático, como andar de bicicleta, ou ainda inspirar outros a serem grandes profissionais, por exemplo. Esse outro não precisa ser necessariamente uma pessoa física, mas pode ser virtual, desde que faça parte da comunidade a partir de um saber estabelecido (Charlot, 2000).

Charlot (2001) resalta três formas de aprender sobre a relação com o outro: o outro como mediador do processo (professores, funcionários da escola, pais e amigos), indicando que o sujeito pode reproduzir ou se opor aos conhecimentos adquiridos a partir das discussões realizadas; o outro como fantasma do outro que cada um traz em si, ou seja, é quem o sujeito admira e se espelha para se apropriar do conhecimento (por exemplo, a influência de professor para tornar-se um educador renomado); e o outro que existe como humanidade nas obras produzidas. Em outras palavras, são os saberes adquiridos a partir da leitura de livros, artigos científicos e vídeos, produzidos por sujeitos específicos, mas que a relação está com a produção em si.

É importante que a formação inicial de professores, as relações com esses diferentes outros, sejam rígidas e baseadas em problemáticas, de forma a serem capazes de atuar

como professores questionadores. A maneira na qual é realizada a formação dos professores pode interferir na forma como ele atuará como futuro profissional.

Entretanto, a relação com o saber também é uma relação consigo mesmo, de singularidade, pois o que está em voga nesse processo é a construção de si mesmo, do eu reflexivo. Destarte, o sujeito aprende a partir do confronto de suas ideias e do movimento interno dele, que é a mobilização (Charlot, 2000).

Todo sujeito é social, identitário e epistêmico. A dimensão social expressa as condições sociais desse estudante, suas relações na sociedade, no curso de Química, com os professores e colegas. Já a dimensão identitária se caracteriza pelo encontro do estudante consigo mesmo, trazendo à tona sua idiossincrasia, experiência de vida, compreendendo a formação da sua identidade a partir de sua história. Enquanto o aspecto epistêmico envolve o processo de aprendizado do sujeito.

Nesse último, mas ainda mantendo conexão com a questão identitária, Charlot (2000) utiliza o termo mobilização, referindo-se ao ato do despertar o desejo do sujeito em aprender, envolvendo diferentes atividades como pesquisar, discutir, realizar experimentação, etc. O conceito de mobilização sinaliza que o sujeito deve se colocar em movimento, utilizando-se como próprio recurso para a realização da atividade.

Dentro dessas três relações com o saber, Charlot (2000) especifica as formas como o sujeito aprende durante a trajetória e propõe quatro figuras do aprender que se relacionam com o saber: objetos-saberes; objetos aprendidos; dispositivos relacionais e atividades a serem dominadas.

Objetos-saberes são todos instrumentos que possuem um saber incorporado em si, como um livro, museu, obras de arte, etc. É conhecido como o saber intelectual, que muitas vezes é abstrato, como aprender um conceito científico. Os objetos aprendidos são artifícios que o sujeito precisa aprender, e envolvem o domínio de diferentes objetos para realizar alguma tarefa, como usar o celular, escovar os dentes, ou saber manusear uma vidraria. Os dispositivos relacionais são formas e regras de convivências que o sujeito precisa se apropriar para viver em sociedade, tais como pedir licença, falar obrigado, respeitar os professores e pessoas mais velhas, se comportar em uma sala de aula. Já as atividades a serem dominadas são regimentos e movimentos aprendidos pelo domínio do corpo, como andar, correr, comer e realizar uma titulação (relacionado à experimentação). Todos esses processos estabelecem uma relação com o saber (Charlot, 2000).

Diante disso, Charlot (2021, p. 9) sintetiza que:

Aprender é sempre entrar em uma atividade epistêmica específica: a relação com o conhecimento é sempre relação com um tipo definido de aprender. Mas esse princípio se articula com os precedentes, pois essa atividade epistêmica supõe certo tipo de relação com o mundo e define uma identidade de quem aprende.

Portanto: a relação com o saber é sempre, ao mesmo tempo, epistêmica, identitária e social. (Charlot, 2021, p. 9).

Quando se trabalha a experimentação associada à relação com o saber, é possível desenvolver um estudo significativo, pois se concentra em sentido, desejo, mobilização, atividade intelectual e prazer. Francisco (2019) faz uma transposição de sete elementos analíticos da relação com o saber (atividade intelectual, rede de significados, normatividade, professor questionador, relação de saber, sujeito e mobilização) que visa compreender o processo de aprendizagem dos estudantes de Química, os quais adaptamos para elementos formativos e dialogamos com a experimentação para a compreensão da formação docente.

É de suma importância entender quais os anseios, desejos e entendimento dos futuros professores quanto à experimentação, auxiliando-os no processo de formação, de modo a se tornarem capazes de realizarem experimentações de diferentes maneiras seguras e eficazes com seus futuros estudantes.

Atividade intelectual, rede de significados e normatividade são elementos que estabelecem, ao mesmo tempo, relação com o saber e com o mundo, pois estão inseridos no ambiente escolar, especialmente na sala de aula e nos processos de ensino (ligado ao professor) e aprendizagem (ligado aos estudantes).

A atividade intelectual envolve o que é proposto pelo professor e o que os estudantes irão fazer em um processo duplo: motivo (intencionalidade de ensino) e objetivo (alcançar resultados de aprendizagem) (Francisco, 2019). Assim, a própria experimentação é a atividade intelectual, pois é a maneira metodológica que o educador escolherá para o processo de ensino.

A rede de significados, entendida como o conjunto de conhecimentos sobre algo com todas suas conexões possíveis, é, para o processo de aprendizagem, os conhecimentos que o estudante já carrega consigo (pré-saber) e o que ele aprenderá após o conteúdo (pós-saber) (Francisco, 2019). Dessa forma, como elemento formativo, entende-se como os conhecimentos científico-pedagógicos do professor para prover o processo de ensino e as possíveis estratégias que poderá ser explorada dentro da atividade intelectual. Ou seja, são os diferentes tipos de experimentação (ilustrativa, investigativa e problematizadora) que se pode trabalhar em sala de aula.

Já a normatividade é comporta por todos os procedimentos, regras ou linguagem requeridos para se desenvolver a atividade/aula e, conseqüentemente, para os estudantes se apropriarem e alcançarem a aprendizagem. Em termos de aprendizagem Química/Científica, basicamente é o domínio da linguagem pelos estudantes dos aspectos das experiências/macroscópico, modelos/microscópico e visualizações/representacional, o que possibilita o entendimento (Francisco, 2019).

Para a formação docente, esse elemento abarca o domínio de todas as características da atividade intelectual e da rede de significados. No caso da experimentação, a normatividade abrange as características da experimentação ilustrativa, investigativa e problematizadora para que o professor selecione a melhor maneira de se trabalhar com os estudantes dentro de sua realidade escolar. Ou seja, se o professor entende que seus estudantes têm autonomia para desenvolver uma experimentação investigativa mais aberta, investirá nisso.

Já os elementos professor questionador/mobilizador e relação de saber pertencem à relação com o outro, pois “aprender é entrar

na comunidade virtual (e às vezes presente) daqueles que aprenderam o que aprendo” e que aprender “só é possível pela intervenção do outro” (Charlot, 2001, p. 26).

O professor questionador/mobilizador tem o papel de auxiliar o estudante a estudar com o propósito de aprender durante a realização das atividades. Por esse motivo, o papel do professor mobilizador é tão importante no aprendizado do estudante e está imbuído em sua formação docente. Por exemplo, ao realizar uma experimentação, é necessário o acompanhamento de todo o processo para que o sujeito sinta a necessidade de buscar conhecimentos para aprender. Isto é, manter os estudantes mobilizados na atividade intelectual.

A relação de saber é definida como “relações sociais consideradas sob o ponto de vista do aprender” (Charlot, 2000, p.85). Isto é, ela colabora na organização de pensamentos iniciais do sujeito, por meio do conhecimento do educador. Logo, é através das múltiplas interações entre estudantes e professor, durante todo o acompanhamento, que o professor auxilia o estudante na aprendizagem.

No entanto, só há relação com o saber se houver um sujeito com desejo de saber ou aprender. “A relação com o saber é o próprio sujeito, na medida em que deve aprender, apropriar-se do mundo, construir-se” (Charlot, 2000, p.62).

Francisco (2019) relaciona os elementos sujeito e mobilização, ligados à relação consigo mesmo, e pertencentes também à relação com o saber. O sujeito é o elemento fundamental no processo de formação através do confronto das próprias ideias, buscando constantemente alcançar o conhecimento. Uma vez dado esse direcionamento, a experimentação pode atuar como mobilização, colocando esse sujeito como próprio recurso no processo de aprender ou de ensinar (no caso do professor).

Além de estar relacionado com o despertar do interesse, a mobilização visa entender o processo que passa da vontade de saber para o desejo de aprender ou ensinar. Por meio da experimentação, o educador mobiliza os estudantes na busca de conhecimentos, mediante a pesquisa, questionamentos, sendo os próprios detentores dos seus conhecimentos.

Por consequência, entender como o futuro professor é formado para realizar experimentações, enquanto trajetória com o saber e todas as suas relações, dá uma noção de como esse sujeito trabalhará, pelo menos de início, com seus estudantes.

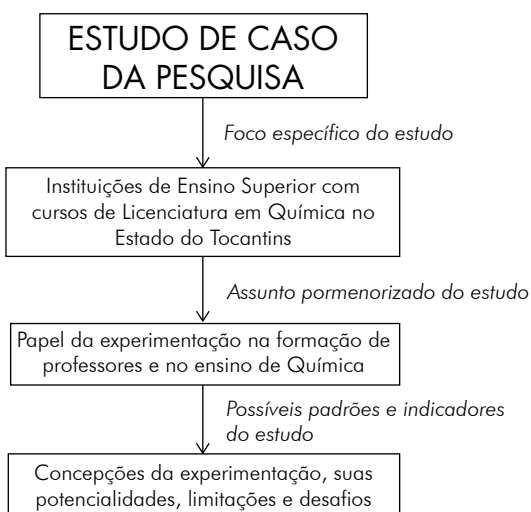
## Metodologia

A Figura 1 indica a organização do método de pesquisa adotado nesta pesquisa, do tipo estudo de caso, que consiste em estudar um assunto específico de modo a entender em profundidade a situação/local/evento/sujeitos para estabelecer

padrões e indicadores que podem revelar características de um todo (Ludke & André, 1986).

O caso estudado nesta pesquisa tem como localidade as Instituições de Ensino Superior (IES) do Estado do Tocantins que possuem, em específico, cursos de Licenciatura em Química. Portanto, focou-se em investigar as concepções que os licenciandos em Química, futuros professores de Química da rede de Educação Básica do estado, têm sobre a experimentação durante suas formações. A partir dessas concepções, é possível entender com mais profundidade como esses sujeitos dão significado à experimentação em suas formações e no próprio Ensino de Química, de modo a identificar conhecimentos sobre as diferentes vertentes da experimentação, suas potencialidades, limitações e desafios que possam vir a ser enfrentados e que ainda precisam ser minimizados.

Figura 1. Esquema sistemático do método de pesquisa de estudo de caso adotado na pesquisa



O público participante foi composto por estudantes de Licenciatura em Química do estado do Tocantins, incluindo o Instituto Federal do município de Paraíso do Tocantins (IFTO) e a Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína, bem como os cursos

EaD, sendo realizado por meio da plataforma Google Forms.

Para a produção de dados, foi elaborado um balanço de saber adaptado, em que os estudantes deveriam escrever textos sobre seus entendimentos, ideias, desejos e anseios sobre a experimentação, sendo mais significativo para compreender a formação dos futuros profissionais. O balanço do saber “visa identificar processos e, em seguida, construir constelações (configurações, tipos ideais), e não caracterizar indivíduos” (Charlot, 2001, p. 22).

O balanço produzido para a pesquisa foi: *Desde que ingressou no curso de Licenciatura em Química na universidade, o que você aprendeu sobre a experimentação para a sua formação enquanto docente? De que maneira as aulas experimentais foram realizadas durante o curso? Quais debates foram feitos sobre como realizar essas aulas? O que você julga de mais importante sobre a experimentação? E o que você espera aprender mais sobre o assunto futuramente?*

Foram coletadas 13 respostas dos licenciandos em Química, sendo: sete (7) do IFTO campus Paraíso do Tocantins, um (1) da UFT-EaD e cinco (5) da UFT- campus Araguaína. Porém, foram selecionadas as respostas dos estudantes do IFTO - Campus Paraíso do Tocantins, instituição que teve o maior número de dados coletados, identificando-as de E1 a E7. Ademais, esse recorte é significativo para um dos pesquisadores, uma vez que foi o local de formação inicial e pode trazer um parâmetro de análise em relação a como está sendo a formação desses acadêmicos após a graduação.

De início, todos os estudantes que participaram da pesquisa tomaram posse do termo de consentimento livre e esclarecido, sendo ressaltado que a participação nesta pesquisa

não traria complicações legais de nenhuma ordem e que os procedimentos utilizados obedeciam aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos, conforme estabelecido nas Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde – que tratam dos princípios éticos e da proteção aos participantes de pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Após assinarem o termo, os participantes eram redirecionados para responder ao balanço de saber.

Para os tratamentos dos dados, utilizou-se dos princípios da análise de conteúdo propostos por Bardin (2016), que visa observar dados através de três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados; inferência e interpretação.

A análise dos balanços dos saberes foi dividida em quatro grupos. No grupo 1, procurou-se entender o que os futuros professores aprenderam sobre experimentação durante a formação enquanto docente. O grupo 2 buscou compreender a maneira como que as aulas experimentais foram abordadas durante a formação dos acadêmicos. No grupo 3 foi verificado o que o estudante julga de mais importante na experimentação. Por fim, no grupo 4 foi analisado o que os futuros professores esperavam aprender sobre a experimentação. Os quatro grupos buscaram evidenciar ao máximo a amplitude do papel da experimentação tanto na formação docente quanto no Ensino de Química.

Na pré-análise, os textos produzidos pelos licenciandos foram lidos na íntegra para conhecer o *corpus* da pesquisa e iniciar a organização e análise. A exploração do material foi feita a partir da identificação de ideias semelhantes e suas codificações. Para o processo de categorização, analisou-se detalhadamente as codificações buscando encontrar temas ou eixos em comum para obter um menor reagrupamento, conforme mostra o Quadro 1 abaixo.

Quadro 1. *Categorização dos extratos do balanço do saber*

Grupos	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Grupo 1: Aprendizados adquiridos sobre experimentação	Estimula a pesquisar, discutir e pensar	Associação entre a teoria e a prática	A experimentação fora do laboratório de Química
Grupo 2: Estratégias de execução das experimentações durante a formação inicial	Roteiros pré-estabelecidos	Forma remota	-
Grupo 3: Importância em se realizar experimentação	Associação entre teoria e prática	Participação ativa dos estudantes	-
Grupo 4: Perspectivas futuras sobre a experimentação	Realização de mais experimentações	Realização de cursos formativos	-

Sobre o Quadro 1, as categorias apresentadas possuem os seguintes significados:

- *Estimula a pesquisar, discutir e pensar*: relacionado a textos que indicavam ações dos estudantes durante a realização da experimentação, sendo capazes de construir seus conhecimentos;

- *Associação entre a teoria e a prática:* abrange respostas que evidenciavam a relação entre conhecimentos teóricos da Química com os conhecimentos práticos por meio da experimentação;
- *A experimentação fora do laboratório de Química:* abarca balanços que mostram outras possibilidades de usar a experimentação, sobretudo nas condições escolares;
- *Roteiros pré-estabelecidos:* refere-se às respostas que apontavam que as experimentações não proporcionavam debates mais profundos porque já estava tudo estabelecido desde o início por meio de roteiros prontos;
- *Forma remota:* envolve a realização de experimentações por meio de vídeos ou de atividades experimentais para serem feitas em casa durante a pandemia de COVID-19;
- *Participação ativa dos estudantes:* inclui balanços em que indicam o papel do professor como questionador, fazendo com que os estudantes investiguem mais para conseguir explicar os resultados;
- *Realização de mais experimentações:* textos que englobam a necessidade de realizar mais experimentações para continuar aprendendo e saber trabalhar de diferentes formas;
- *Realização de cursos formativos:* respostas que revelam a carência de atividades experimentais durante a formação inicial e indicam a necessidade de realização de cursos específicos para ampliar os conhecimentos.

Por último, a fase das inferências buscou dar significado aos dados coletados, com a

interpretação apoiando-se nos sete elementos da relação com o saber (atividade intelectual, rede de significados, normatividade, relação de saber, professor questionador, sujeito e mobilização), propostos por Francisco (2019), em uma perspectiva de formação de professores e de processo de ensino relacionado com as características da experimentação. Nesta etapa, para cada categoria analisavam-se os textos de modo a identificar características dos elementos da relação com o saber para inferir a compreensão formativa sobre o significado da experimentação e suas características.

Tais elementos analíticos da relação com o saber buscam compreender o entendimento dos futuros professores de Química a respeito dos diferentes tipos e características da experimentação, a partir dos dados levantados pelos extratos dos balanços do saber, constatando se estão sendo formados para ministrar os diferentes tipos de experimentações como docentes em formação.

## Resultados e discussão

O balanço do saber apresentado aos estudantes foi constituído por quatro (4) agrupamentos a respeito do processo de formação com base nas características da experimentação. Os resultados foram organizados e interpretados de acordo com cada grupo.

## Aprendizados adquiridos sobre a experimentação

A partir dos balanços dos saberes produzidos pelos acadêmicos, surgiram diferentes ideias expressas sobre os conhecimentos obtidos referentes à experimentação. Consequentemente, identificaram-se três categorias considerando as ideias semelhantes: (i) Estimula a pesquisar, discutir e pensar; (ii) Associação entre teoria e prática; (iii) Experimentação fora do laboratório de Química.

Na categoria “*Estimula a pesquisar, discutir e pensar*”, as justificativas apontam que a experimentação possibilita que os estudantes se sintam mais à vontade para pesquisarem, investigarem e discutirem com o educador, sendo capazes de construir seus conhecimentos:

E1: O aluno aprende mais na prática, entretanto, deve-se planejar a realização aproximando os estudantes dos termos técnicos e científicos da química, através de discussões e questionamentos. (Relação com o mundo – rede de significado e normatividade).

E2: Desde o momento que ingressei no curso de Licenciatura em Química, os educadores explicaram sobre a importância das aulas experimentais na formação de um licenciado em Química, que deve ser de fazer o estudante pesquisar, pensar, discutir e refletir sendo os próprios responsáveis pelos seus conhecimentos. (Relação com o mundo – rede de significado e normatividade).

E3: Considero a experimentação uma temática muito importante, pois a prática sempre é melhor do que a teoria, através da experimentação o professor realiza perguntas investigativas, de modo com que os estudantes pesquisem e discutam sobre o determinado assunto, possibilitando um maior rendimento de aprendizado. (Relação com o mundo – rede de significado e normatividade).

Os balanços mostram que os estudantes consideram que a experimentação deve ser realizada de tais modos: [...] *através de discussões e questionamentos*; [...] *deve fazer o estudante pesquisar, pensar e discutir* [...]; [...] *a partir de perguntas investigativas* [...]. Essas justificativas condizem com as características da experimentação investigativa, quando as perguntas norteadoras possibilitam aos estudantes pesquisarem e investigarem sobre o determinado assunto para compreenderem o assunto. Essa liberdade proporcionada durante a experimentação leva os sujeitos serem mais ativos no processo de aprendizagem porque leem sobre o assunto, pensam, escrevem e falam dos resultados obtidos, chegando ao um consenso final a partir da mediação do professor (Carvalho, 2018).

Analisando com os elementos formativos da relação com o saber, percebe-se que os argumentos envolvem a rede de significados e a normatividade, da relação com o mundo, visto que as concepções dos licenciandos tendem para a experimentação do tipo investigativa, apontando algumas de suas características. Ademais, E1 e E2 indicam que aprendem a partir de domínio de atividades e dispositivos relacionais por meio da experimentação, ressaltando ações de pesquisar e pensar, e de debater e socializar, respectivamente (Charlot, 2021).

Entende-se que os futuros educadores têm subsídios para atuar como professores questionadores, pois apresentam domínio da rede de significados e da normatividade sobre a experimentação investigativa. Esse domínio abrange o conhecimento das normas exigidas para realizá-la, em um processo reflexivo, a partir de discussões sobre o tema trabalhado, dando significado aos conhecimentos adquiridos e não havendo apenas a reprodução de procedimentos experimentais (Guimarães, 2009).

No texto de E3, há um destaque de que a experimentação é melhor do que as aulas teóricas, porque o professor realiza perguntas investigativas, o que provavelmente não acontece nas aulas teóricas. Tal resultado corrobora com os encontrados por Santos e Menezes (2020), em que os autores destacam como desafios da experimentação no ensino de Química a dicotomia teoria/prática, sobretudo na maneira como cada uma é explorada em sala de aula.

Contudo, é comum os estudantes considerarem a experimentação uma metodologia de aula mais atrativa, sendo possível visualizar os fenômenos ocorridos na prática. Essas características da experimentação se enquadram no elemento formativo atividade intelectual da relação com o mundo, pois indica a experimentação como uma metodologia que proporciona mais aprendizado para o estudante (Francisco, 2019).

Já quando o estudante ressalta que “o professor deve realizar perguntas investigativas”, o elemento normatividade se destaca, uma vez que retrata, de forma implícita, uma das características da experimentação investigativa sobre como o professor pode conduzir a aula. Sobre isso, Calefi, Reis e Rezende (2015) destacam que o papel do educador é auxiliar os estudantes no percurso das experimentações, no desenvolvimento de ideias e no estudo dos conceitos científicos a partir da produção de dados e suas interpretações.

Na categoria “Associação entre teoria e prática”, as respostas apontam que a experimentação ajuda a estabelecer vínculo entre teoria e prática:

E4: A experimentação é uma metodologia muito importante, principalmente na área de química, sendo possível associar a teoria estudada com o cotidiano de cada estudante. (Relação com o mundo – rede de significados e normatividade).

E5: A experimentação é uma forma de chamar a atenção dos alunos para o conteúdo ministrado, realizando discussões sobre o assunto, e relacionando a teoria estudada com a prática. (Relação com o mundo – atividade intelectual, rede de significados e normatividade).

Nas respostas de E4 e E5, é possível observar que entendem a experimentação como uma atividade intelectual importante na Química para despertar o interesse dos estudantes. Além disso, apontam para a função de integrar a teoria com a prática, revelando uma das características da experimentação ilustrativa, sobretudo por focar na visualização dos fenômenos.

Dessa forma, o elemento normatividade também fundamenta a concepção desses estudantes para a experimentação ilustrativa, que normalmente é mais fácil de ser realizada e conduzida. Isso ocorre porque não dá liberdade para investigar e foca na comprovação de leis e teorias outrora estudadas. Assim, muito provavelmente tal concepção será a adotada por esses futuros professores quando realizarem experimentações nas escolas em que trabalharem.

Santos e Menezes (2020) sublinham para o distanciamento de aspectos importantes para um aprendizado eficaz por meio da experimentação ilustrativa, visto que não há momentos de debate sobre os resultados para a geração de hipóteses e construção de uma base conceitual.

A justificativa de E6, referente à categoria “A experimentação fora de um laboratório de Química”, mostra outras possibilidades de usar essa metodologia de acordo com as condições escolares:

E6: Aprendi que a experimentação é um pilar extremamente importante para o ensino de química, não precisando ser realizada necessariamente em laboratórios de portas fechadas (Relação com o mundo – atividade intelectual).

De fato, a experimentação como atividade intelectual pode ser executada em vários ambientes a partir de adaptações em relação aos reagentes e vidrarias, assim como seus descartes e até mesmo utilizando de vídeos de experimentos. Silva et al. (2020) ressaltam que todas essas estratégias podem auxiliar em despertar a curiosidade, promovendo o diálogo e incentivando o processo de ensino e aprendizagem.

Isso significa que a falta de laboratório de ciências nas escolas não é fundamento para o não uso da experimentação para ensinar Química, uma vez que ela é parte integrante da própria construção do conhecimento químico ao longo da história. Portanto, em termos de formação, E6 mostra que isso não será um problema para si.

Resultados apresentados por Silva e Vasconcelos (2013) e Gonçalves e Goi (2021) mostram a experimentação com essas alternativas, sobretudo ao se trabalhar em ambientes não formais e informais de ensino, como por exemplo, em estações de tratamento de água.

### Estratégias de execução das experimentações durante a formação inicial

Nesse grupo, foram identificadas duas categorias: (i) Roteiros pré-estabelecidos, com cinco respostas e (ii) Forma virtual, com uma. Os balanços a seguir mostram que grande parte das experimentações, quando realizadas, seguiam roteiros estabelecidos pelo professor:

E1: Infelizmente na minha formação essa metodologia foi muito prejudicada devido a pandemia, causada pela COVID 19, pois estou finalizando o curso e quase não tive aulas experimentais (Relação consigo mesmo – mobilização). E as poucas aulas que tive foram realizadas seguindo roteiro já estabelecido pelo professor, não havendo discussão e problematização. (Relação com o mundo - rede de significados e normatividade).

E2: Durante o curso as aulas foram realizadas no laboratório com base nos conteúdos que estavam sendo estudados e com um roteiro pronto e não aconteceram com frequência (Relação com o mundo – rede de significados e normatividade).

E1 evidencia uma preocupação em termos de formação a respeito das poucas experimentações realizadas, devido à pandemia do COVID-19. Isso mostra a mobilização desse sujeito frente a uma deficiência em sua formação, trazendo à tona uma dimensão identitária. A mobilização nasce do desejo do estudante em querer realizar a experimentação, mas que foi interrompida com o início das aulas virtuais.

Com a necessidade das atividades virtuais e pelas dificuldades enfrentadas, principalmente pelo acesso à internet, os professores tiveram que realizar

adaptações de maneira rápida para as aulas. Infelizmente, a realização de experimentações foi afetada e diminuída drasticamente, culminando em uma formação aquém da esperada para E1.

Outro ponto destacado, tanto por E1 e E2, é que as experimentações foram realizadas por meio de roteiros pré-estabelecidos pelo educador. Tais estratégias se enquadram na experimentação ilustrativa (rede de significados), realizada sem muitas provocações e possibilidades de geração de hipóteses (normatividade).

Em termos de formação, um enfoque mais na experimentação ilustrativa, que se direciona para demonstração de conceitos, leis e teorias, e não promove muita discussão, levará os licenciandos a trabalharem com essa estratégia como rede de significados e normatividade sobre a experimentação. Segundo Santos e Menezes (2020), isso traz uma limitação conceitual sobre as possibilidades de se desenvolver a experimentação.

Gonçalves e Goi (2018) apontam que uma forma de mitigar tais limitações é investir na experimentação investigativa. Por isso, é importante debater essas características nos cursos de licenciaturas, uma vez que permite “desmistificar o laboratório tradicional de ensino e fazer que esse espaço seja utilizado em prol da pesquisa e investigação” (p. 136).

Na categoria “*Forma virtual*”, o estudante ressalta que, mesmo com o ensino de forma online, o educador atuou como professor questionador/mobilizador, adaptando a experimentação de acordo com a realidade que estava sendo vivenciada:

E6: Ao decorrer do curso os professores nos apresentaram o laboratório, mas com o início da pandemia ficamos impossibilitados de prosseguir com as aulas presenciais

práticas. Alguns professores se dedicaram à formação dos alunos e se esforçaram para fazer aulas experimentais, mesmo que a distância, usando como principal ferramenta o *Google Meet*. (Relação com o outro – professor questionador).

Ao mencionar que “[...] alguns professores se dedicaram à formação dos alunos e se esforçaram para fazer aulas experimentais [...], embora E6 não informe como foram essas experimentações via tecnologia digital, nota-se que o educador atuou como professor questionador/mobilizador para manter da melhor forma a relação com o outro ao adaptar as aulas.

Mesmo de forma virtual, é possível desenvolver a experimentação por meio de vídeos ou planejar atividades que os estudantes possam fazer em casa. As estratégias podem ser tanto ilustrativas quanto investigativas e problematizadoras, dependendo da intencionalidade de ensino do professor. A forma como é realizada a experimentação pode influenciar na compreensão dos futuros professores a respeito do conteúdo e da experimentação, principalmente quando é trabalhada de forma *online*, havendo uma maior dificuldade de contato entre o professor-aluno (Silva et. al., 2020).

### Importância em se realizar a experimentação

Nesse grupo duas categorias emergiram da análise dos balanços: (i) Associação entre teoria e prática (muito semelhante à apresentada no item 3.1) e (ii) Participação ativa dos estudantes. A análise mais detalhada foca na segunda categoria.

Quatro dos estudantes consideram de suma importância a participação ativa dos estudantes nas experimentações, bem como

quando o professor atua como professor questionador, incentivando os estudantes a investigarem mais para conseguirem explicar os resultados:

E3: No meu ponto de vista, para que haja resultados significativos o professor precisa instigar o estudante, a fim de conhecer os conhecimentos prévios que o sujeito carrega consigo, para poder saber planejar a aula. (*Relação com o outro e relação com o mundo - professor questionador, rede de significados e normatividade*).

E4: A experimentação é importante pois, além de permitir um conhecimento mais aprofundado, o estudante precisa pesquisar e investigar para obter um resultado, a partir da problemática elaborada pelo educador, possibilitando sair dos métodos tradicionais das aulas que acabam sendo menos dinâmicas, e colocando os estudantes como sujeitos atuantes, gerando um maior rendimento de aprendizagem. (*Relação com o mundo – rede de significados e normatividade*).

E5: Quando o estudante faz o uso da experimentação, ele coloca em uso todos os seus sentidos facilitando a assimilação dos conteúdos. (*Relação consigo mesmo – mobilização*).

Tanto E3 quanto E4 ressaltam o papel do professor durante a experimentação em “o professor precisa instigar o estudante” e “a partir da problemática elaborada pelo educador”, respectivamente. Em ambos os casos, verifica-se a presença do elemento formativo professor questionador/mobilizador proposto por Francisco (2019). Ou seja, tais estudantes entendem que a responsabilidade é do professor para explorar os conhecimentos prévios dos estudantes e torná-los mais atuantes, mais ativos no processo de aprendizagem.

Charlot (2013) chama a atenção para os desafios do professor contemporâneo, sendo um deles superar a ideia de professor de informações e avançar para o professor de saber. Isso significa ser esse professor questionador/mobilizador na concepção de E3 e E4, algo que eles carregarão em si quando forem trabalhar com as experimentações em suas turmas.

Quando o E3 destaca “[...] conhecer os conhecimentos prévios que o sujeito carrega consigo [...]” e E4 aponta que “[...] o estudante precisa pesquisar e investigar para obter um resultado [...]”, estão se referindo à normatividade exigida dentro da experimentação investigativa e problematizadora (rede de significados), pois é a partir do diálogo entre os estudantes e professores sobre um assunto particular que é interessante planejar o que será estudado.

Para Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008), a experimentação problematizadora possibilita que os estudantes reflitam, discutam sobre o tema, levantando hipóteses sobre as metodologias a serem realizadas, alcançando os resultados, sob a supervisão do educador que estará monitorando todas as etapas da aula. Assim, os autores destacam que o objetivo dessa experimentação é explorar o senso crítico dos futuros docentes, a partir da pesquisa, diálogo e escrita, possibilitando a formação de professores questionadores.

Já E5 destaca que com a realização da experimentação é possível obter uma melhor compreensão dos conteúdos. O futuro docente ressalta que “[...] uso todos os meus sentidos facilitando a assimilação do conteúdo”. Aqui o que se observa é a mobilização como elemento formativo, pois o estudante utiliza a experimentação como forma de buscar significância na compreensão do assunto trabalhado, colocando-se como próprio recurso para aprender (Charlot, 2021).

### Perspectivas futuras sobre a experimentação

Neste último grupo, as categorias emergidas foram “Realização de mais experimentações” e “Realização de cursos formativos”. Três balanços de saber se enquadram na primeira categoria, cujos estudantes afirmam a necessidade de realizar mais experimentações para continuar aprendendo e saber trabalhar de diferentes formas:

E1: Futuramente espero que meus professores foquem nas aulas experimentais, a fim de que possamos aprender cada vez mais. (Relação consigo mesmo - sujeito)

E2: Espero aprender mais técnicas de como realizar experimentações. (Relação consigo mesmo - mobilização)

No trecho do E1 “espero que meus professores foquem nas aulas experimentais [...]”, observa-se a preocupação do estudante em ter feito poucas aulas experimentais durante o curso, enfatizando a questão da aprendizagem Química e não tanto os aspectos formativos de como desenvolver as experimentações. Ademais, ele transfere a responsabilidade dessa aprendizagem aos professores.

Tal transferência remete à ideia de motivação, algo que vem de fora, o que caracteriza o elemento formativo sujeito, da relação

consigo mesmo, que, embora esteja afetando o estudante, são os professores que farão as ações para ampliar o aprendizado.

Em contrapartida, E2 mostra uma mobilização, pois é um desejo do sujeito em aprender e se colocar como recurso para isso acontecer, quando afirma “espero aprender mais técnicas [...]”. O interesse do estudante em querer aprender parte de si mesmo, a partir de uma dimensão identitária e epistêmica.

Na categoria “Realizar cursos específicos sobre experimentação”, é notório verificar que alguns estudantes tiveram poucas aulas experimentais ao longo do curso. Para suprir o prejuízo, os estudantes pretendem realizar um curso de experimentação específico. Apesar de haver poucas aulas realizadas, é possível perceber a importância dada à experimentação no ensino de Química:

E3: Como já estou finalizando o curso e tive poucas aulas experimentais, pretendo fazer um curso específico sobre experimentação, pois percebo que seja uma metodologia de ensino riquíssima para trabalhar com os estudantes. (Relação consigo mesmo – mobilização).

Nesse resultado, identifica-se que E3 se mobiliza em busca do saber a respeito da experimentação, citando as poucas aulas e afirmando que fará um curso. Quando a atitude parte do sujeito em querer investigar, pesquisar e aprender, torna-se mais fácil a compreensão do conteúdo, pois o estudante é um sujeito mobilizado pelo desejo de aprender.

Charlot (2001) explica que é o conceito de mobilização que conecta o sujeito a um saber, desencadeando a entrada no processo de aprendizagem e transformando o saber em um objeto de desejo. É essa a diferença entre os balanços, pois enquanto E1 quer aprender a partir do outro, E2 e E3 querem aprender por si próprios.

Em termos de formação docente, percebe-se que os licenciandos querem ir além da formação inicial sobre as bases conceituais da experimentação no ensino de Química. Tais resultados se assemelham com os encontrados por Gonçalves e Goi (2018), que apontam para necessidade de constante formação para aprofundar seus conhecimentos sobre a experimentação em busca de um processo de ensino e aprendizagem cada vez melhor.

## Considerações finais

Os resultados mostraram que as concepções dos estudantes perpassam pelos diferentes elementos formativos, com destaque para a atividade intelectual sobre a importância da experimentação no Ensino de Química e a rede de significados e normatividade, que revelam as diferentes estratégias de desenvolver a experimentação (ilustrativa, investigativa e problematizadora) de acordo com suas características.

Há uma mescla entre as concepções sobre a experimentação. Parte dos estudantes mostra uma formação docente mais próxima da experimentação investigativa, uma estratégia que foca um ensino investigativo a partir de situações criadas para coletar dados, levantar hipóteses e debater explicações. A outra parte aproxima-se da experimentação ilustrativa, onde se trabalha com roteiros pré-estabelecidos e se dá pouca liberdade de aprendizagem aos estudantes.

Dessa maneira, entende-se que o perfil de formação dos futuros professores de Química está condizente com a realidade escolar e apresenta uma transição entre diferentes estratégias de ensino. Além disso, destaca-se para a necessidade de retomada das experimentações devido ao período afetado pela pandemia de COVID-19.

Em um contexto de formação de professores, é crucial que a experimentação seja debatida não apenas como parte das disciplinas práticas, superando limitações como: (i) a dicotomia entre teoria e prática no Ensino de Química; (ii) o excesso de experimentações com pouca liberdade de pensamento aos estudantes; (iii) o mito de que a experimentação é feita apenas de uma maneira.

Para isso, é preciso continuar fomentando os debates sobre experimentação como uma metodologia de ensino que engloba diversas estratégias. Além disso, a integração entre universidades e escolas, por meio de programas de formação docente como PIBID e Residência Pedagógica, estágios supervisionados e projetos de extensão que empregam os princípios da experimentação, pode enriquecer a formação docente e provocar mudanças mais amplas nas concepções.

## Referências bibliográficas

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.

- Calefi, P. S., Reis, M. J. F., & Rezende, F. C. (2015). Atividade experimental investigativa na formação inicial de professores de Química: ferramenta para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. In *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10. Anais...* Águas de Lindóia. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=calefi>. Acesso em: 29 dez. 2023.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18*(4), 765-794.
- Charlot, B. (2000). *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Artmed.
- Charlot, B. (2001). *Os jovens e o saber: perspectivas mundiais*. Artmed.
- Charlot, B. (2005). *Relação com o saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje*. Artmed.
- Chartot, B. (2013). *Da relação com o saber às práticas educativas*. Cortez.
- Charlot, B. (2021). Os Fundamentos Antropológicos de uma Teoria da Relação com o Saber. *Revista Internacional Educon, 2*(1).
- Francisco, W. (2019). A relação com o saber e o ensino de química: fundamentos teóricos para analisar o processo de aprendizagem em atividade de sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências, 24*, 1-21.
- Francisco Junior, W., Ferreira, L. H., & Hartwig, D. R. (2008). Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola, 30*, 34-41.
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2018). Uma revisão de literatura sobre o uso da experimentação no ensino de Química. *Comunicações, 25*(1), 119-140.
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2021). Experimentação no ensino de Química na Educação Básica: uma revisão de literatura. *Revista Debates em Ensino de Química, 1*(1), 136-152.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola, 31*, 198-202.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. EPU.
- Queiroz, S. L. (2004). Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. *Ciência & Educação, 10*(1), 41-53.
- Rocha, C. J. T. da, Altarugio, M. H., & Malheiro, J. M. da S. (2018). Formação de professores e o ensino investigativo na química: reflexões e estratégias. *Research, Society and Development, 7*(3), 1-15.
- Santos, L. R. dos, & Menezes, J. A. de. (2020). A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca, 26*(1), 180-207.
- Santos, J. R. N. dos, Silva, A. C., Almeida, R. B., Mendes, L. F., Costa, M. C., Nunes, V. A., & Cardoso, T. (2019). A análise da experimentação proposta em livros didáticos comoprática formativa de professores de química. *Scientia Naturalis, 1*(1), 85-101.
- Santos Junior, J. e Marcondes, M. (2010). Experimentação no ensino: uma investigação sobre as concepções de um grupo de professores de Química de escolas públicas de São Paulo. In *Encontro Nacional de Ensino de Química, 15. Anais...* Brasília. Disponível em: <http://www.sbgq.org.br/eneq/xv/resumos/R0697-1.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2023.

- Silva, F. N. da., Silva, R. A. da; Renato, G. de A., & Suart, R. de C. (2020). Concepções de professores dos cursos de Química sobre as atividades experimentais e o ensino remoto emergencial. *Revista Docência do Ensino Superior*, 10, 1-21.
- Silva, O. C., & Vasconcelos, T. N. H. (2013). Tratamento de água para consumo humano: atividades práticas de ensino de ciências e química com emprego de moringa oleifera LAM. *Revista de Produção Discente em Educação Matemática*, 2, 41-48.



## Menudeando o *porcionando*: del pedacito de queso a la comprensión de fracciones

- Retailing or Portioning: From the Piece of Cheese to Understanding of Fractions
- Mercearias dos bairros ou porcionamento: do pedacinho de queijo à compreensão das frações

### Forma de citar este artículo:

Pérez-Ortiz, J., Díaz-García, L. y Aroca-Araujo, A. (2024). Menudeando o porcionando: del pedacito de queso a la comprensión de fracciones. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 114 - 134. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18552>

### Resumen




En este artículo de investigación, el objetivo fue problematizar las interpretaciones de las fracciones en el aula de matemáticas, partiendo de los procesos de partición del queso empleados por los tenderos en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, Colombia. Se siguió un enfoque cualitativo, que incluyó una fase etnográfica en la que se realizaron entrevistas semiestructuradas a distintos comerciantes, así como una fase educativa en la que se empleó un enfoque paralelo y comparativo para estructurar planes de clases sobre las fracciones. El marco de referencia incluyó los referentes teóricos del Programa de Etnomatemáticas y las diversas representaciones de las fracciones. Se evidenció que los estudiantes comprendieron algunas representaciones de las fracciones como parte-todo, medida y operador.

### Palabras clave

educación matemática; fracciones; etnomatemáticas; planes educativos; aprendizaje activo

### Abstract

The aim of this research article was to problematize the interpretations of fractions in the mathematics classroom, based on the cheese partitioning processes used by shopkeepers in the city of Barranquilla, Atlántico, Colombia. A qualitative approach was followed, which included an ethnographic phase

José Luis Pérez-Ortiz\*   
Linda Tatiana Díaz-García\*\*   
Armando Aroca-Araujo\*\*\* 

\* Licenciado en Matemáticas, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Integrante del semillero "Diversidad Matemática" del Grupo de Investigación Horizontes en Educación Matemática.

\*\* Licenciada en Matemáticas, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Integrante del semillero "Diversidad Matemática" del Grupo de Investigación Horizontes en Educación Matemática.

\*\*\* Doctor en Educación, énfasis en Educación Matemática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor titular de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Líder del grupo de investigación Horizontes en Educación Matemática. Coordinador del semillero "Diversidad Matemática". [armandoaroca@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:armandoaroca@mail.uniatlantico.edu.co).



with semi-structured interviews conducted with various merchants, as well as an educational phase that employed a parallel and comparative approach to structure lesson plans on fractions. The theoretical framework included references from the Ethnomathematics Program and various representations of fractions. It was found that students understood some representations of fractions as part-whole, measure, and operator.

#### Keywords

mathematics education; fractions; ethnomathematics; educational plans; active learning

#### Resumo

Neste artigo de pesquisa, o objetivo foi problematizar as interpretações de frações na sala de aula de matemática, partindo dos processos de partição do queijo utilizados pelos comerciantes na cidade de Barranquilla, Atlántico, Colômbia. Seguiu-se uma abordagem qualitativa, que incluiu uma fase etnográfica na qual foram realizadas entrevistas semiestruturadas com diversos comerciantes, bem como uma fase educacional na qual foi empregada uma abordagem paralela e comparativa para estruturar planos de aula sobre frações. O quadro teórico incluiu referências do Programa Etnomatemática e as diversas representações de frações. Evidenciou-se que os alunos compreenderam algumas representações de frações como parte-todo, medida e operador.

#### Palabras-chave

educação matemática; frações; etnomatemática; planos educacionais; aprendizagem ativa

## Introducción

La investigación que se presenta surge a raíz de las dificultades que enfrentan los estudiantes al realizar actividades relacionadas con las fracciones, las cuales, en la mayoría de los casos, se derivan de una falta de comprensión conceptual de esta noción. Se propone una alternativa para orientar la clase a partir de un enfoque didáctico del Programa de Etnomatemáticas, basado en la propuesta de Aroca (2022). Esta propuesta es una de las pocas que proporciona al Programa de Etnomatemáticas un enfoque didáctico para el aprendizaje paralelo y comparativo de las matemáticas escolares con las matemáticas de prácticas sociales, en este caso, relacionadas con la venta menudeada de queso en tiendas de barrio.

### El enfoque didáctico del Programa de Etnomatemáticas: de las prácticas cotidianas al aula de matemáticas

Según Aroca (2022), la fase etnográfica constituye el momento en el cual se busca describir los saberes matemáticos comunitarios y los conocimientos matemáticos personales que están vinculados a prácticas sociales. En esta fase etnográfica, la actividad analizada fue la venta de quesos en tiendas de barrio. Asimismo, se tuvo el propósito de comprender la realidad de los sujetos investigados. En relación con esta práctica, Rodríguez *et al.* (2022) sostienen que en las prácticas de venta del queso existen diversas actividades matemáticas, entre las que se incluye el sistema de medidas de kilo, medio kilo, y un cuarto de kilo, cuyas medidas son utilizadas y conocidas por profesores de matemáticas y, a partir de cierta edad, por estudiantes. En esta investigación, se llevó a cabo una clasificación más detallada del sistema de

medida y se problematizaron los resultados en un ambiente de aprendizaje.

Posteriormente, se lleva a cabo una segunda etapa, denominada fase educativa. Para este caso, se diseñaron planes de clases que enriquecen el pensamiento numérico de los estudiantes, vinculando la actividad de los tenderos con el proceso de comprensión de las fracciones. Con ello, se mostró a los estudiantes la importancia y la aplicabilidad de los conceptos matemáticos en un contexto conocido para ellos. En tales condiciones, los alumnos pueden construir procesos de razonamiento, crear autoconfianza y, por ende, generar actitudes positivas hacia su propia capacidad de resolución de problemas (Llinares, 2013).

### Las tiendas de barrio y las fracciones en el menudeo del queso

Las tiendas de barrio muestran un trasfondo cultural que revela su carácter auténticamente social y son inseparables de su comunidad, de su vecindario, ya que refuerzan su identidad (Páramo, 2009). En cada barrio de la ciudad de Barranquilla no faltan las tiendas, las cuales son muy visitadas a lo largo del día por personas que, en muchas ocasiones, compran allí debido a la cercanía a sus hogares y adquieren pequeñas cantidades por diversas razones (capacidad adquisitiva, bajos costos, suministro diario); también las frecuentan para socializar con amigos (Páez y Pérez, 2005). Es común que los niños, a partir de cierta edad, frecuenten las tiendas de barrio debido a la cercanía a su residencia, ya que sus padres comienzan a darles ciertas responsabilidades, entre las cuales está ir a la tienda a “hacer el mandado” (ir de compras). Por lo general, dentro de esos productos, hay varios que están “porcionados”, fraccionados o menudeados, como el aceite, el azúcar, el arroz, la yuca, el queso, entre otros.

De acuerdo con Acevedo (2008, citado en Bossa, 2012), el menudeo se refiere a la acción de obtener cantidades muy pequeñas de diferentes productos cuya unidad de empaque original es costosa o excesiva en tamaño, dada la periodicidad de ingresos, para cierto segmento de consumidores, por ejemplo: media libra de queso, un cuarto de panela, medio cuarto de aceite, tres cuartos (doce onzas) de arroz o azúcar, media ahuyama, entre otros casos. La venta de queso es uno de los productos que más se fracciona o menudea. Esta interacción entre cliente, tendero y menudeo de productos proporciona una despena de experiencias que pueden ser problematizadas en clases de matemáticas.

## Las fracciones y la realidad

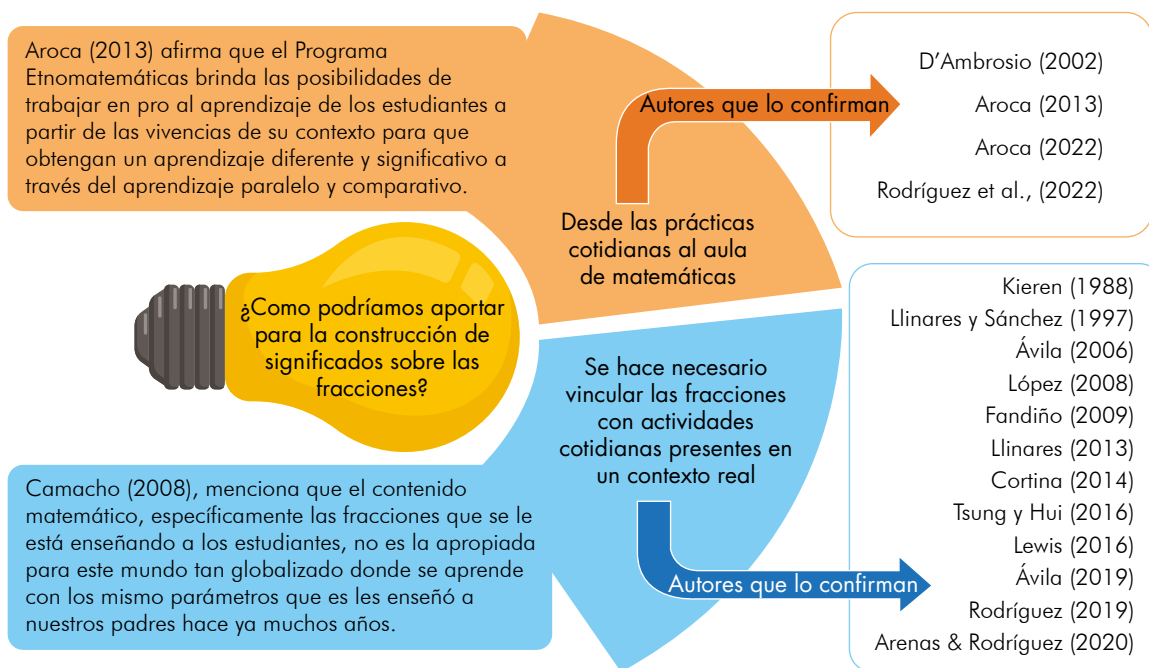
Las fracciones son uno de los temas fundamentales en los planes de clases de aritmética y se consideran esenciales para acceder al plan de estudios de matemáticas de secundaria, especialmente en los dominios de medida, álgebra, geometría y probabilidad. Por ende, las fracciones constituyen una base fundamental para comprender los procedimientos y conceptos de otras asignaturas que dependen de ellas. Fandiño (2009), Rodríguez-Pérez (2019), Tsung-Lung y Hui-Chuan (2016), Llinares (2013) y Lewis (2016) han llegado a la conclusión de que la comprensión de las fracciones por parte de los estudiantes se basa en sus experiencias con la partición, es decir, en la relación entre un número de partes y el número total de partes. Ávila (2006) identifica una relación entre una parte y un todo, es decir, relaciones entre medios, cuartos y medios cuartos, con una unidad de referencia como el kilo, la libra, la arroba, el litro, entre otros.

Adicionalmente, se sabe que las dificultades en el entendimiento y comprensión del significado de las fracciones, tanto por parte de los estudiantes como de los docentes, radican en el desconocimiento u olvido involuntario de la existencia de diversos significados, como parte-todo, cociente, representación, razón, operador, porcentaje, número racional, punto de una recta orientada, medida, decimales, mencionados por Arenas-Peñaloza y Rodríguez-Vásquez (2020).

López (2018) y Kieren (1988) encontraron que el contenido matemático, específicamente las fracciones que se enseña a los estudiantes, no se adecúa a este mundo tan globalizado donde se aprende con los mismos parámetros que se enseñaron a nuestros abuelos hace muchos años; por lo tanto, la noción de fracción debe enfocarse en contextos reales. Cortina (2014) confirma que el aprendizaje de las fracciones se fundamenta en identificar las nociones matemáticas que los alumnos han desarrollado como resultado de las experiencias escolares y extraescolares previas, ya que las experiencias son esenciales para vincular el concepto matemático del significado de las fracciones.

La figura 1 presenta un resumen de lo expuesto hasta el momento sobre el objeto de estudio e investigaciones que respaldan lo afirmado en dicha figura.

Figura 1. Resumen de autores de esta investigación



Fuente: elaboración propia.

## Metodología

La presente investigación, enmarcada dentro del enfoque didáctico del Programa de Etnomatemáticas, se desarrolló desde una perspectiva cualitativa y constó de dos fases: una etnográfica y otra educativa (Aroca, 2022).

## Fase etnográfica

Las personas que participaron en la investigación, todos residentes en la ciudad de Barranquilla y cuyo oficio es ser tenderos de barrio, presentan las siguientes características generales: Jorge, con 30 años de experiencia, cuya tienda se encuentra en el barrio La Luz; Chechy, con 35 años de experiencia, cuya tienda está ubicada en el barrio Costa Hermosa; Nubia, con 11 años de experiencia, y Antonio, con ocho años de experiencia, cuyas tiendas están situadas en el barrio 7 de Abril.

Para llevar a cabo la fase etnográfica, se procedió a visitar a los tenderos seleccionados en sus lugares de trabajo. Allí se realizaron cuatro trabajos de campo, uno con cada tendero. Las principales preguntas de la entrevista fueron: ¿cómo aprendió el oficio de tendero?, ¿cuántos años de experiencia tiene?, ¿cómo realiza el proceso de partición y menudeo del queso para su venta? En el último trabajo de campo, se entrevistó a un tendero con un “queso redondo” (base circular), a diferencia de los tres primeros entrevistados, cuyos quesos eran “cuadrados” (base cuadrada).

Para el análisis de las entrevistas de los tenderos del barrio, se utilizó el enfoque propuesto por Braun y Clarke (2006). Específicamente, se siguieron las siguientes etapas:

1. *Familiarización con los datos*: se transcribieron las grabaciones de las entrevistas, registradas en un teléfono celular, a texto utilizando una planilla de OneNote.

2. *Generación inicial de códigos*: se identificaron palabras o frases (códigos) que permitieran agrupar las palabras clave mencionadas por los entrevistados, resaltándolas con distintos colores.
3. *Búsqueda de temas*: se realizó una triangulación sobre las expresiones o palabras utilizadas por los comerciantes al momento de cortar el queso en las entrevistas y algunas nociones de fracciones. Por ejemplo, las palabras *menudear*, *calcular*, *dividir*, *porcionar*, entre otras, fueron asociadas a la categoría “representación de fracciones” y agrupadas en ella.
4. *Revisión de temas*: se identificaron los saberes y conocimientos matemáticos presentes en la venta del queso.

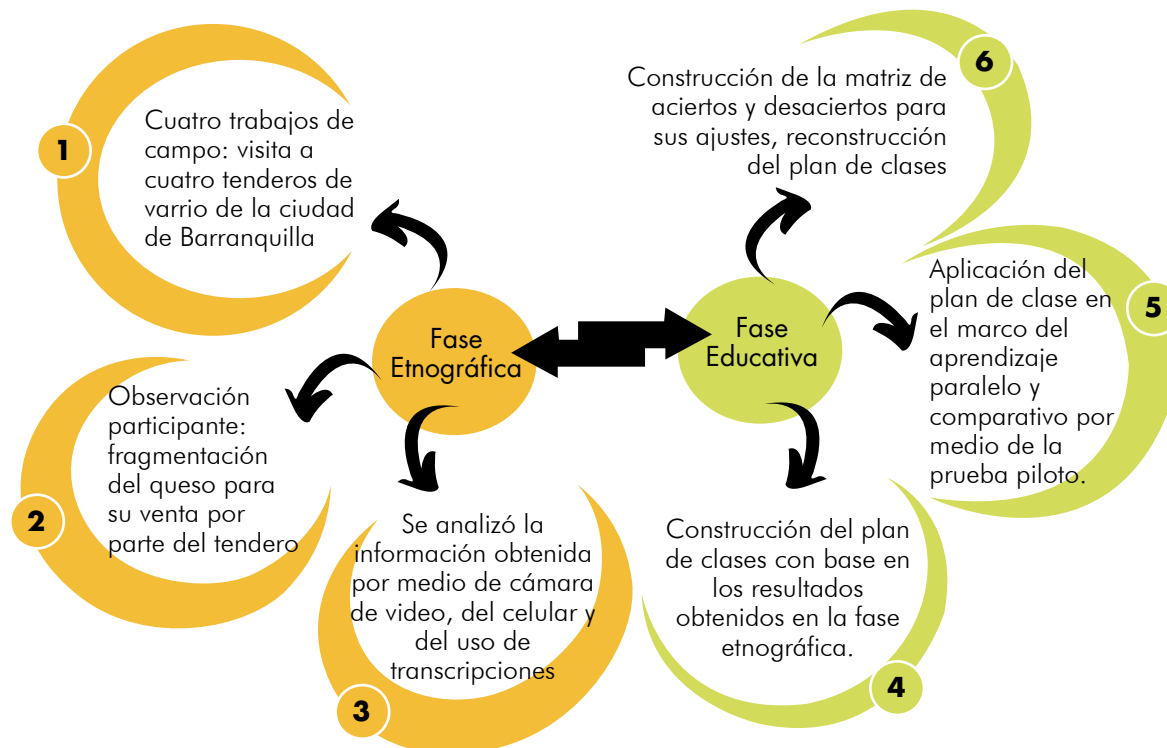
### Fase educativa

La fase educativa constituye el momento en el que se reflexionan y problematizan los resultados obtenidos en la fase etnográfica, ya sea a través de grupos focales o en un aula de matemáticas, con el propósito de lograr una enseñanza paralela y comparativa entre el saber matemático comunitario y los conocimientos matemáticos personales estudiados en la fase etnográfica, y el saber escolar que se enseña en las clases de matemáticas. En esta fase, no se trata de que los alumnos aprendan a vender queso; se trata más bien de valorar el saber y conocimientos matemáticos vinculados a dicha actividad y de comprender las conexiones que ellos hacen con el saber matemático escolar. Esto otorga a las matemáticas escolares un componente cultural y una relación con las prácticas del contexto sociocultural de la institución educativa, como planteó D’Ambrosio (2002).

En la fase educativa, se buscaron conexiones entre el saber escolar referido a las fracciones, los significados de fracción de los estudiantes y los significados de los tenderos sobre partir, fraccionar, fragmentar, dividir, porcionar, menudear y cortar el queso. Los estudiantes que participaron en esta fase, ambos de 12 años y cursando sexto grado, fueron Yuli y Víctor Daniel, pertenecientes a instituciones educativas públicas.

En la figura 2 se presenta una síntesis del diseño y la metodología de la investigación realizada.

Figura 2. Síntesis del diseño y metodología de investigación



Fuente: elaboración propia

## Resultados

### Resultados de la fase etnográfica

A continuación, se realizará una descripción del lenguaje, procedimientos y técnicas matemáticas de los tenderos, evidenciados en la práctica del menudeo del queso en tiendas de barrio, y cómo a partir de lo encontrado se llevó a cabo una enseñanza paralela y comparativa de lo que se entiende por el significado o representación de fracciones, en sus interpretaciones como parte-todo, como medida y como operador.

### El lenguaje matemático artesanal

Durante la entrevista realizada se observó un lenguaje propio de los tenderos en su práctica (por ejemplo: menudeo, división, corte,

porcionar y partición). Este es una representación del saber matemático comunitario; es decir, lo matemático que se da por compartido entre los tenderos. Las técnicas que emplea cada uno, las cuales no hacen parte del saber matemático comunitario, se consideran conocimiento matemático, es decir, lo propio de cada persona. Lo que se evidenció sobre el saber matemático comunitario hace referencia al proceso o acción de convertir pedazos de queso en porciones más pequeñas para su venta, mientras que *trozo*, *pedazo*, *recortes* y *porción* son el resultado de realizar la acción. La palabra *acomodo* hace alusión a la ubicación estratégica de los trozos de quesos en la vitrina; regularmente tiene implícitos procesos de suma y resta de porciones. Luego de identificar las expresiones o palabras empleadas por los tenderos del barrio al momento de menudear el queso para su venta, se vincularon a los

conceptos matemáticos representados en las fracciones, en este caso las nociones y representaciones de: parte de un todo (dividir el queso en porciones, es decir, de una libra de queso se pueden obtener una porción de media libra y dos porciones de cuatro onzas); una medida (cada porción de queso resultante de la división de un todo tiene un peso expresado en fracciones); y un operador (multiplicación de fracciones para hallar el valor numérico de cada porción de queso).

Además, los tenderos manejan varias formas de queso a los cuales denominan *queso cuadrado*, *queso rectangular* y *queso redondo*, como se puede ver en la figura 3.

Figura 3. Los tres tipos de formas del queso: 1) cuadrado; 2) rectangular; 3) redondo



Fuente: elaboración propia.

### Proceso y técnicas del menudeo del queso

Al momento de partir cada tipo de queso se evidenció la forma de partición (corte) del queso, en la que se procede a hacer unas líneas imaginarias (semicortes), dos diagonales partiendo desde cada esquina y una horizontal o vertical dependiendo la ubicación del queso, esto con el fin de establecer cuál es la mitad del bloque de queso. En esta técnica, el tendero usa una línea vertical como guía y con la ayuda del cuchillo corta o divide el bloque de queso en dos pedazos semejantes, y así sucesivamente (figura 4).

Figura 4. Proceso y técnicas de partición del queso



Fuente: elaboración propia.

### Porciones resultantes de la división del queso

Los cortes de queso en el bloque que más realizan los tenderos son los primeros cuatro, que marcan las guías para los siguientes cortes. Es decir, en promedio, un bloque de queso tiene 34 libras (17 kilos) y se corta en cuatro partes iguales, lo que significa que

cada 1/4 del bloque tiene aproximadamente 8 libras (4 kilos). Al repetir el proceso nuevamente, se obtiene que cada uno de los trozos resultantes tiene 2 libras (1 kilo). A partir de un pedazo de estos, se pueden obtener los siguientes cortes: una libra, 1/2 de libra, 1/4 de libra, cuatro onzas (oz) y 12 onzas = 3/4 de libra. La figura 5 ilustra esta última parte del proceso.

Figura 5. Formas en que se puede dividir una libra de queso



Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, se utiliza la suma o resta de estos pedazos o porciones del queso para despachar la cantidad que los clientes desean. Por ejemplo, si un cliente desea doce onzas de queso (3/4 de libra) se puede proceder así: 1/4 de libra (cuatro onzas) más 1/2 libra, lo que sumaría doce onzas. Incluso se puede vender hasta la mitad de cuatro onzas y en algunos casos la mitad de estas, es decir, dos onzas; de este modo se puede evidenciar la fracción como una representación de medida. Como

lo afirma Ávila (2006), implica que existe una relación entre una parte y un todo, es decir, relaciones entre medios y cuartos con una unidad de referencia: el kilo o la libra; así, al operar las fracciones se pueden realizar sumas, restas, divisiones y multiplicaciones. Por otra parte, las porciones más pequeñas se van añadiendo a otras porciones restantes para calcular así el peso solicitado por el comprador, como se evidencia en la figura 6.

Figura 6. Proceso de acomodo de fracciones para el cálculo del valor numérico o aproximación al precio



Fuente: elaboración propia.

## Resultados de la fase educativa

Teniendo en cuenta lo observado durante el proceso de partición y menudeo del queso, se procede al diseño de planes de clases con el objetivo de problematizar lo encontrado en la fase etnográfica.

Para la realización de esta fase educativa, se llevó a cabo un pilotaje de los planes de clases con dos estudiantes de sexto grado, teniendo en cuenta las matemáticas encontradas en la fase etnográfica y lo propuesto por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) en el 2006, donde se expresa la necesidad de explicar las matemáticas a través del entorno de los estudiantes.

Se hace necesario comenzar por la identificación del conocimiento matemático informal de los estudiantes en relación con las actividades prácticas de su entorno y admitir que el aprendizaje de las matemáticas no es una cuestión relacionada únicamente con aspectos cognitivos, sino que involucra factores de orden afectivo y social, vinculados con contextos de aprendizaje particulares. (p. 47)

Este pilotaje se desarrolló bajo la temática de las fracciones, cuyos propósitos de aprendizaje están establecidos en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del MEN (2016): “Proponer y utilizar diferentes procedimientos para realizar operaciones con números enteros y racionales; y justificar diferentes estrategias para resolver problemas con números enteros, racionales (en sus representaciones de fracción) en contextos escolares y extraescolares” (p. 45).

Los resultados del pilotaje arrojaron datos que permitieron mejorar dichos planes de clases por medio de la matriz de *aciertos, desaciertos y ajustes*, propuesta por Aroca (2022).

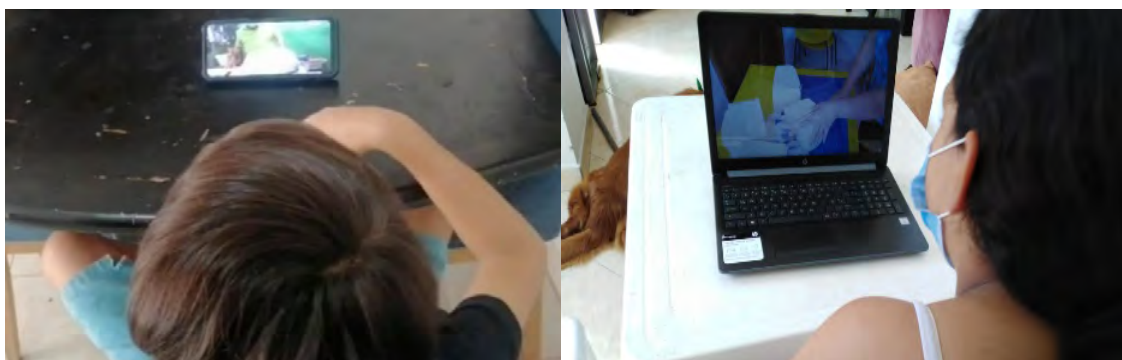
El plan de clases estuvo estructurado en cuatro momentos de acciones para las distintas prácticas pedagógicas: exploración, estructuración, práctica escrita y valoración, los cuales se detallarán a continuación.

### Momento de exploración

En este momento se exploran los conocimientos previos sobre el objeto de estudio. Es decir, este momento le permite al profesor tener un diagnóstico de los conocimientos de sus estudiantes sobre el tema de investigación. Para ello, se tiene en cuenta lo planteado por el MEN (1998) en los Lineamientos Curriculares, dado que al explorar la realidad de los estudiantes es más fácil “comprender el significado y construir modelos que buscan explicar fragmentos de la realidad a partir de una interacción permanente con el objeto que se está estudiando” (p. 97).

Para lograr lo anterior, se preguntó qué comprensión tienen sobre las fracciones y sus operaciones como suma, resta, multiplicación y división. Luego se proyectó un video que mostró en gran parte la fase etnográfica (figura 7). Posteriormente, se preguntó sobre aspectos generales de la venta menudeada del queso.

Figura 7. Momento de exploración. Los estudiantes observan el video del proceso de división del queso



Fuente: elaboración propia.

Luego, cada alumno describe la matemática involucrada en los procesos observados, mencionando algunas formas de fraccionar o partir el queso; también expresa conceptos sobre fracciones. Así mismo, a través de entrevistas, uno de los estudiantes responde a la pregunta: “¿En el proceso del menudeo del queso se involucran las fracciones?”: “Sí, cuando los tenderos están menudeando el queso vi que decían media libra, cuatro onzas, una libra y la mitad, cosas que se parecen a lo que vimos en la clase de matemáticas y que cada pedacito de queso tiene un peso y un precio (valor a pagar), si es grande o pequeño”.

Además, los estudiantes tenían conocimientos sobre las fracciones y estos se relacionaron con los videos educativos presentados. También se explicaron de manera general algunas representaciones de las fracciones (como parte de un todo, como una medida y como operadores), para luego ser analizados con más detalle en el momento de exploración. Los datos de esta investigación bien pueden ser interpretados por otros tipos de representaciones de fracciones, como porcentaje, decimal, etc.

### Momento de estructuración

En este momento se realiza una conceptualización, enseñanza explícita y modelación con relación al objetivo de aprendizaje; es decir, se

lleva a cabo un análisis sobre las interpretaciones mencionadas en el momento anterior, para luego realizar una actividad práctica con la finalidad de generar una enseñanza paralela y comparativa sobre las fracciones.

En palabras de Kieren (1988), en la construcción del número racional, las imágenes en el sentido físico, pictórico o mental tienen un papel muy relevante. La idea de mitad, por ejemplo, está asociada a imágenes de cortar, de simetría e incluso de calcular numéricamente la mitad, para la construcción de la representación del significado del número racional o cantidades expresadas en fracciones. Es necesario contar con imágenes mentales asociadas a algo físico (tangible). Este aspecto tiene un papel potencial al momento de crear estructuras de conocimientos. Un ejemplo claro se encuentra vinculado a las imágenes de cortar y calcular numéricamente la mitad de algo.

Por esta razón, con el propósito de que los estudiantes construyeran significados de las fracciones, se realizó la actividad: “¡Las manos en el queso y el peso en la vista!”. En ella, el estudiante tuvo a su disposición un bloque mediano de queso previamente pesado. Luego, se le pidió que partiera el queso en cuatro partes *iguales* y empleara la técnica de los tenderos. Inmediatamente después, hizo una estimación de cuánto pesaba cada uno

de los cuatro trozos resultantes. Luego, realizó este mismo proceso con uno de los cuatro pedazos que obtuvo del corte anterior; es decir, fraccionó una de las cuatro partes del bloque de queso original en cuatro partes *iguales* (figura 8).

Figura 8. Estimación del estudiante 1 sobre el peso de fracciones de un bloque de queso



Se presenta un bloque de queso de cuatro libras a la estudiante para que lo fraccione en cuatro trozos iguales.



Ubica con una línea imaginaria la mitad del bloque y corta con un cuchillo.



Hace un corte vertical y logra partirlo.



Luego de dividir el queso en dos porciones iguales, la estudiante entiende que cada una pesa dos libras y realiza el mismo proceso, pero esta vez para dividirlo en cuatro pedazos.



Estima que cada pedazo pesa una libra.



Al tomar una fracción de las cuatro resultantes, observa que, si toma una de ellas, esta representa un cuarto del bloque, es decir, una libra.



Luego procede a partir el bloque de una libra en dos partes y se da cuenta que cada una de ellas pesaría media libra.



La estudiante entiende que, si parte a la mitad una de las dos medias libras, obtendrá  $\frac{1}{4}$  de libra (cuatro onzas). Así, observa que, si une tres porciones de  $\frac{1}{4}$  de libra, tendrá  $\frac{3}{4}$  de libra (doce onzas) —aplica la suma de fracciones—.

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo).

Al estudiante 2 se le presentó un bloque mediano de tres kilos. Se le pidió fraccionar el bloque de queso en dos porciones *iguales* y que dividiera uno de ellos en cuatro pedazos *iguales*. Luego, se le solicitó que estableciera qué operación matemática podría realizar para obtener como resultado el total del peso del queso (figura 9).

Figura 9. Estimación del estudiante 2. Cálculo de cuánto pesan las fracciones de queso



Al segundo estudiante se le suministra un bloque de queso de 6 libras. Él procede a realizar las diagonales imaginarias que observó en el video para luego cortar.



Observa dónde se cruzan las diagonales imaginarias. Traza una especie de bisectriz de los ángulos imaginarios y corta el queso por allí.



Corta parejo en forma vertical realizando algo de fuerza hasta obtener dos fracciones.



Afirma que como se dividieron las 6 libras en dos partes, cada una de ellas tiene un peso de 3 libras.



Afirma que como se dividieron las 3 libras en dos partes iguales, cada una debería pesar libra y media, es decir, 1 libra más  $\frac{1}{2}$  libra,  $\frac{3}{2}$  de libra.



Toma una de las fracciones de libra y media del queso. Nuevamente, la corta por la mitad. Ahora cada una tiene aproximadamente cuatro onzas ( $\frac{1}{4}$ ) más media libra ( $\frac{1}{2}$ ) es decir doce onzas ( $\frac{3}{4}$ ).



Analiza que cada una de las fracciones equivalen a  $\frac{3}{4}$  y, al sumar todo, da como resultado 3 libras, lo que equivale a la mitad del bloque entero.



Si se juntan todos los fragmentos del queso, dan como resultado el total del bloque, es decir,  $\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + 3$ . Esto dará como resultado 6 libras o 3 kilos.

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo).

Luego se les preguntó a los estudiantes qué opinaban sobre las fracciones y cómo estas se encuentran relacionadas con su diario vivir. Uno de ellos respondió que cuando sus padres los enviaban a la tienda a realizar un *mandao*, especialmente cuando iban a comprar queso, no imaginaban que al pedir media libra de queso o  $\frac{1}{4}$  de libra, el tendero debía realizar este tipo de cálculos. La actividad realizada llevó a los estudiantes a cambiar la perspectiva de que solo en la escuela se encuentran las matemáticas; advirtieron que es posible encontrar matemáticas fuera del salón de clases, en un contexto distinto al aula y en situaciones muy cotidianas.

### Momento de práctica escrita

Para seguir avanzando en la comprensión de las fracciones por parte de los estudiantes, se presentaron algunas situaciones problema (figuras 8 y 9) en las cuales ellos asumían el papel de un tendero en su cotidianidad y debían responder cómo solucionarían estas situaciones.

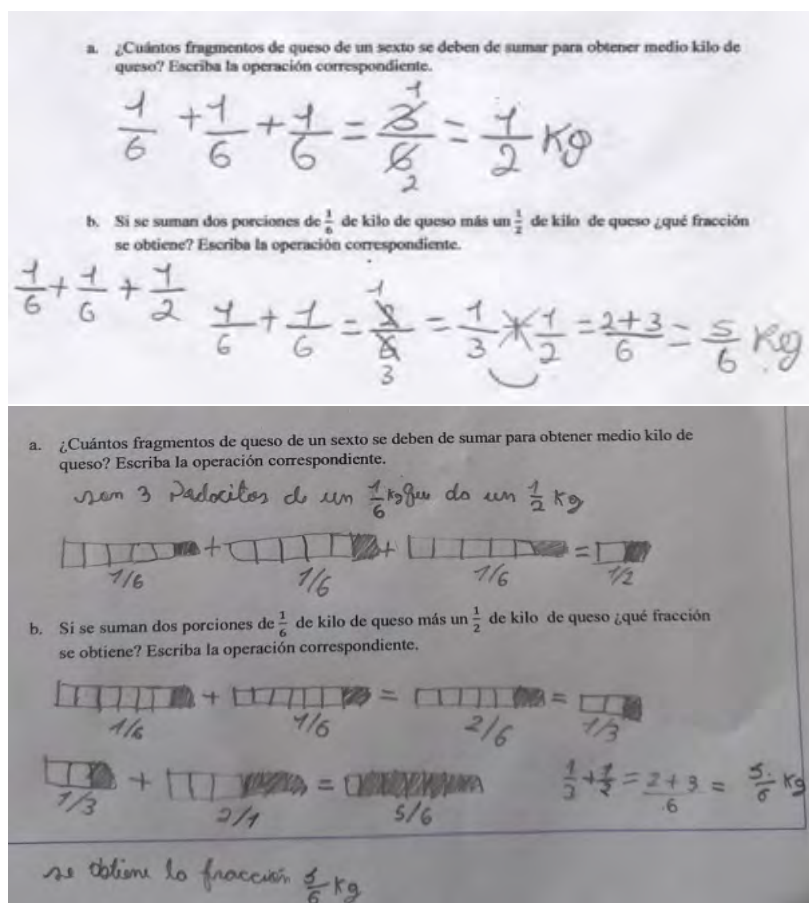
Al realizar actividades escritas sobre las representaciones de las fracciones de los estudiantes, se evidenciaron dos tipos de soluciones con predominio de la solución numérica, en las que el primer estudiante usó solo la parte numérica, mientras que el

segundo estudiante mezcló el método numérico y el método gráfico. Ríos-Cuesta (2021) afirma que los estudiantes se mueven entre las dos representaciones para resolver problemas con fracciones, es decir, una de ellas es de forma gráfica y la otra de manera numérica.

El estudiante 1 ( $E_1$ ) reconoció las fracciones en su forma numérica, es decir, como un cociente  $a/b$ , el cual es definido por Fandiño (2009) como: dada una unidad, dividirla en  $b$  partes (iguales, congruentes, que puedan sobreponerse, consideradas en últimas intercambiables) y tomar  $a$ . El estudiante realizó una suma de fracciones homogéneas y heterogéneas, entendiendo el significado de unir dos partes y formar así parte de un todo. Además, comprendió que las fracciones se pueden expresar como una suma de medidas.

Por otro lado, el estudiante 2 ( $E_2$ ) realizó la suma de dos fracciones y comprendió que sumar dos fracciones significaba unir partes de un todo, recordando lo realizado en la práctica del menudeo del queso. Se observa que  $E_2$  comprende la representación de fracciones como una medida y como operador, ya que, al ser una parte de un todo, cada parte tiene una unidad numérica expresada como un fraccionario, como se puede ver en la figura 10.

Figura 10. Respuesta de los estudiantes 1 y 2 a los problemas de suma



Fuente: elaboración propia (trabajo de campo).

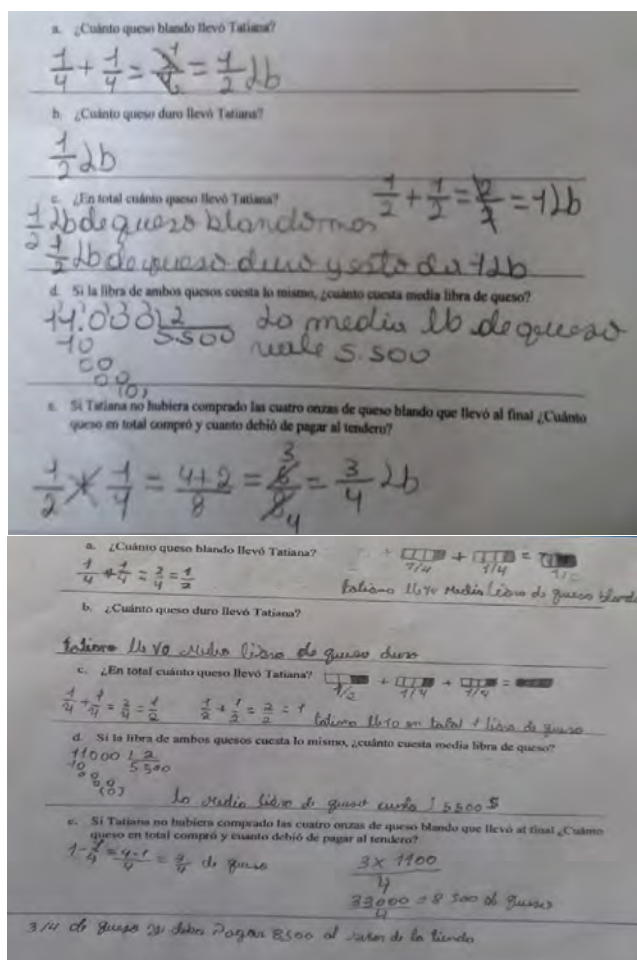
También se incluyó un apartado de suma de fracciones, pero para dar solución se necesitaba de otras operaciones además de la suma y de la argumentación sobre el significado de las fracciones al referirse a una parte de un todo. Al respecto, se observó lo siguiente.

$E_1$  comprende que las partes de un todo representadas en una libra de queso pueden ser divididas en varias porciones, como en cuatro partes iguales, cuatro porciones de cuatro onzas, también en dos partes iguales, es decir, cada una con media libra. Además, sabe que, al dividir el valor de una libra de queso en dos, es equivalente a la mitad, tanto como medida y precio del queso. También

entiende que, al sumar porciones distintas, por ejemplo, media libra y cuatro onzas de libra, dan como resultado doce onzas, es decir, una representación de las fracciones como  $\frac{1}{2}$  de libra más  $\frac{1}{4}$  de libra genera  $\frac{3}{4}$  de libra.

Del mismo modo,  $E_2$  responde de dos formas, con un proceso numérico y otro proceso gráfico, esto para comparar si de ambas maneras le daba el mismo resultado. Comprende que al sumar las partes en las que se dividió el queso puede formar la representación de un todo, es decir, sumando  $\frac{1}{4}$  de libra (cuatro onzas) dos veces forman  $\frac{1}{2}$  de libra (media libra), y al sumar dos porciones de media libra, forman el todo, o sea una libra (figura 11).

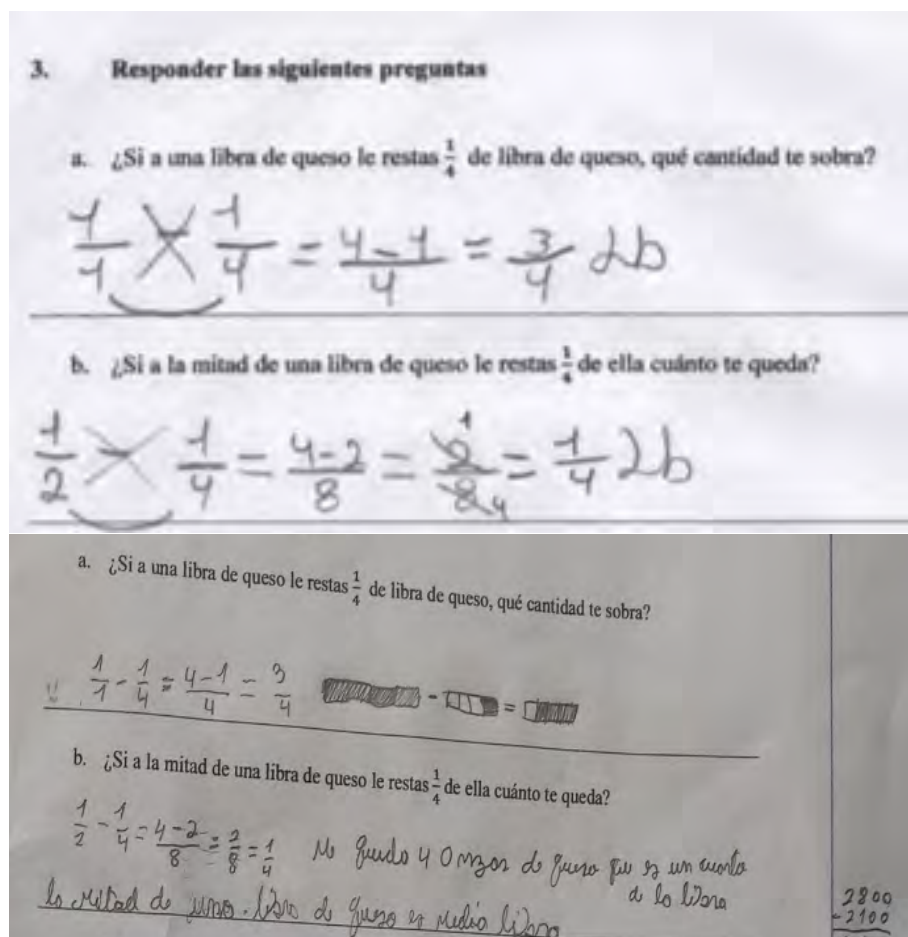
Figura 11. Respuesta de los estudiantes 1 y 2 a los problemas de suma combinada



Fuente: elaboración propia.

El examen escrito también incluía temas de sustracción, multiplicación y división de fracciones. Los estudiantes respondieron sin errores (figura 12).

Figura 12. Respuesta de los estudiantes 1 y 2 a los problemas de resta de fracciones



Fuente: elaboración propia.

En todos los casos que se presentaron sumas de fracciones, E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub> resolvieron las actividades, pero al presentarse una resta, una multiplicación o una división se evidenciaron dificultades. Al respecto, Llinares y Sánchez (1997) afirmaron que la necesidad de manejar con soltura las fracciones en la vida ordinaria se limita a las mitades, tercios, cuartos, doceavos, etc. La resta de fracciones se presenta raramente, y la división no aparece casi nunca. Es por esta razón que se realizaron actividades escritas en las que se incluyeron actividades con las operaciones mencionadas anteriormente.

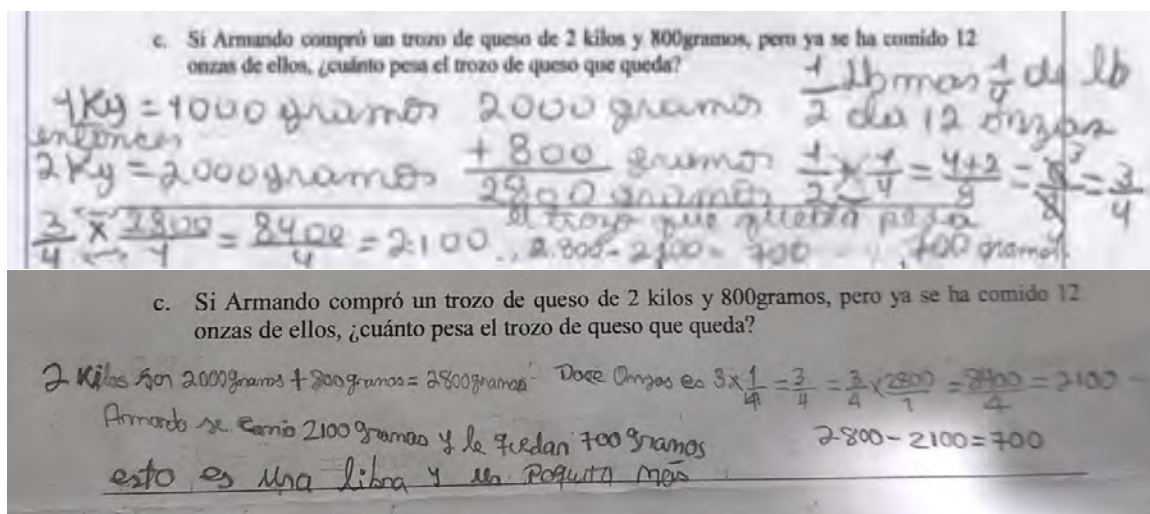
Debido a lo anterior, al momento en que E<sub>1</sub> realizó la resta de fracciones, este ejecutó la operación entendiendo que al realizarla le está quitando  $\frac{1}{4}$  (cuatro onzas) de la libra de queso, apoyándose en uno de los videos educativos sobre el menudeo del queso. Mientras que E<sub>2</sub> comprendió que quitarle o restarle algo a un todo (en este caso, a una libra de queso) significa dividir esa parte de un

todo y obtener una parte más pequeña, que fue lo que realizó en las operaciones. El estudiante procedió a restar  $\frac{1}{4}$  de libra de queso, que equivale a quitar una de las cuatro partes del todo, y ello se evidencia al realizar una representación, además de realizar el procedimiento de resta de fracciones homogéneas. Asimismo, concluyó y dio respuestas a las preguntas, en las que afirmó que la mitad de

una libra es  $\frac{1}{2}$  de libra y la mitad de esta es  $\frac{1}{4}$  de libra (cuatro onzas).

Al realizar multiplicaciones de fracciones, los alumnos lograron comprender las fracciones como una medida y como operador, dado que al multiplicar el valor del producto (el queso) se logra conocer tanto el peso como el valor correspondiente en dinero (figura 13).

Figura 13. Respuesta de los estudiantes 1 y 2 a los problemas de multiplicación de fracciones



Fuente: elaboración propia.

El estudiante realiza una suma total de los gramos, luego identifica que media libra ( $\frac{1}{2}$ ) más cuatro onzas ( $\frac{1}{4}$ ) suman doce onzas ( $\frac{3}{4}$ ) de queso; con estos datos realiza una multiplicación de fracciones para determinar la cantidad de queso, en gramos, que se comió Armando. Luego procede a restar esa cantidad a la suma de los gramos que encontró inicialmente, para determinar así los gramos que quedan del queso.

El estudiante realiza la operación con multiplicación de fracciones, ejecutando primero

una suma total de los gramos, para luego realizar una multiplicación y determinar los  $\frac{3}{4}$  de la cantidad de queso que Armando se había comido, y restarles a 2800 g los 2100 g para determinar la cantidad de queso restante, que fueron 700 g. Además, aclara que esto es una libra y algo más de queso.

En el último punto de la evaluación, los estudiantes aplicaron diversas maneras de solucionar la división (figura 14).

Figura 14. Respuesta de los estudiantes 1 y 2 a los problemas de división de fracciones



Fuente: elaboración propia.

$E_1$  tiene conocimientos de división de fracciones aplicando la ley de extremos y medios, con la cual obtiene una fracción con un resultado exacto; esto le facilita la división y también hallar la respuesta al problema.  $E_2$  realizó el procedimiento de manera distinta a  $E_1$ , pues utiliza la fracción inversa y luego procede a simplificar o dividir el resultado para obtener la solución.

Se esperaba que comprendieran el significado de las fracciones como una parte de un todo, como una medida y como operador, vinculándolos con el proceso del menudeo del queso usado por los tenderos del barrio, lo que se evidenció en la realización del examen y en el cambio del discurso. En la actividad realizada por los estudiantes se demuestra lo planteado por Fandiño (2009) y por Llinares y Sánchez (1997), quienes afirman que sería mejor vincular el proceso de dividir en partes iguales o congruentes un objeto palpable a una situación real y existente, debido al componente abstracto que este tiene.

### Momento de transferencia y valoración

Los estudiantes reconocieron que las actividades fueron muy diferentes a las clases de matemáticas en la escuela y que les habían motivado mucho. Se evidenció que los estudiantes respondieron correctamente a las pruebas escritas. Del mismo modo, los estudiantes comprendieron que las matemáticas sí pueden existir en un contexto fuera del aula de matemáticas. Se evidenció que los estudiantes aprendieron de una forma diferente; esto se reflejó en la entrevista en dos de sus preguntas: ¿qué les parecieron las actividades? y ¿qué aportes piensan que harán a su conocimiento matemático en la vida?

$E_1$ : Bacana, porque no sabía que el señor de la tienda sabía sobre fracciones. Ahora ya sé que cuatro onzas es la mitad de la mitad de la libra; y cuando mi mamá me mande a comprar queso o arroz y guineo verde voy a saber por qué es más poquito y más.

Así mismo, al preguntarle a  $E_2$  “¿Dónde más puedes aplicar lo aprendido en el menudeo del queso en tu vida cotidiana?”, respondió lo siguiente:

$E_2$ : Cuando voy a compartir algo con mi hermanito para sacar la mitad usando las líneas imaginarias y así cortar las cosas por la mitad para ser igualita, así como un pan de quinientos y yo cojo el más grande porque soy más grande y también cuando voy a hacer una arepita para que mi mamá la cocine, una bolita de masa pequeña da una arepa pequeña con queso (el niño trata de decir que por cada porción de masa se agrega queso).

## Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación aportan a otras investigaciones similares al encontrar el significado de algunas interpretaciones de las fracciones en los contextos de parte de un todo, como una medida y como un operador. Llinares (2013) y Tsung-Lung y Hui-Chuan (2016) consideran que dichas interpretaciones pueden ser útiles en la vida cotidiana para entender el mundo que nos rodea. Según Arenas-Peñaloza y Rodríguez-Vásquez (2020), así como Fandiño (2009), las fracciones pueden no ser completamente comprendidas debido a las múltiples interpretaciones que ofrecen y la falta de contexto para su aplicación. Asimismo, argumentan que las matemáticas se asimilan de manera más efectiva cuando se enseñan dentro de un marco familiar para los estudiantes.

A propósito de la investigación realizada por Rodríguez *et al.* (2022), se evidenció que dichos autores se centraron en las conexiones matemáticas entre la forma del queso y conceptos o formas geométricas (como el cilindro, círculo, circunferencia, medidas de área, perímetro y volumen), y en procesos de conteo y

operaciones aritméticas en la comercialización de los productos que estos involucran.

En el caso de Ávila (2019), se interpretó que para que los estudiantes tengan un aprendizaje real y comprensivo, es necesario construir ideas verdaderas y tangibles en las que puedan observar y comprender la noción de “parte de algo existente”, y así, para el caso de las fracciones, logren construir sus propios conceptos matemáticos.

En esta investigación, que aplica el enfoque didáctico del Programa de Etnomatemáticas propuesto por Aroca (2022), se presentaron herramientas analíticas, teóricas y metodológicas para buscar conexiones entre las matemáticas de una práctica social y las matemáticas escolares, a través de una enseñanza paralela y comparativa.

## Conclusiones

Los resultados proporcionaron fundamentos sobre el saber matemático comunitario y los conocimientos matemáticos empleados en la práctica por los tenderos de barrio de la ciudad de Barranquilla al vender por menudeo el queso. En el lenguaje matemático de la práctica se encuentran conceptos como *menudeo*, *porción*, *porcionando*, *parte*, *partición*, *división*, *trozo* y *partiendo*. Estas porciones se establecen mediante medidas visuales o con la báscula, tales como un kilo, medio kilo (una libra), media libra ( $1/2$  lb), cuatro onzas (4 oz), doce onzas (12 oz), e incluso la mitad de cuatro onzas, y en algunos casos, la mitad de esta. Estas representaciones numéricas (procedimiento de partición visual y el lenguaje matemático de la práctica) resultaron ser reconocidas por los dos estudiantes que participaron en la investigación. Esta familiaridad facilitó el aprendizaje de los estudiantes sobre algunas representaciones de las fracciones, especialmente la relación parte-todo.

Se apreció que los estudiantes comprendieron de manera sencilla, práctica y divertida el significado y las representaciones de las fracciones, todo esto a partir de la enseñanza paralela y comparativa de los conocimientos prácticos de los tenderos en la venta por menudeo del queso y los saberes escolares.

## Referencias

- Arenas-Peñaloza, J. y Rodríguez-Vásquez, F. (2020). Dificultad en las fracciones para los estudiantes de la educación primaria mexicana. *Gestión, Competitividad e Innovación*, 8(1), 24-33.
- Aroca, A. (2013). Los escenarios de exploración en el Programa de Investigación en Etnomatemáticas. *Educación Matemática*, 25(1), 111-131.
- Aroca, A. (2022). Un enfoque didáctico del programa de Etnomatemáticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 211-248. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-13743>
- Ávila, A. (2006). Prácticas cotidianas y conocimiento sobre las fracciones. Estudio con adultos de escasa o nula escolaridad. *Educación Matemática*, 18(1), 5-35.
- Ávila, A. (2019). Significados, representaciones y lenguaje: las fracciones en tres generaciones de libros de texto para primaria. *Educación Matemática*, 31(2), 22-60.
- Bossa, G. (2012). Impacto del sistema de venta al menudeo en el comportamiento de compra de las marcas comercializadas en las tiendas de barrio de la ciudad de Cartagena. *Saber, Ciencia y Libertad*, 7(2), 77-98. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2012v7n2.1802>
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Camacho, C. (2018). Fracciones a través del aprendizaje situado. *Cultura Científica*, 16, 134-145. <https://doi.org/10.38017/1657463X.537>.
- Cortina, J. (2014). Investigar las fracciones: experiencias inspiradas en la metodología de los experimentos de diseño. *Educación Matemática*, 26(Especial), 270-287.
- D'Ambrosio, U. (2002). *Etnomatemática, entre las tradiciones y la modernidad*. Belo Horizonte: Autentica.
- Fandiño, M. (2009). *Las fracciones: aspectos conceptuales y didácticos*. Magisterio.
- Kieren, T. (1988). Personal Knowledge of Rational Numbers: Its Intuitive and Formal Development. En J. Hiebert y M. Behr (eds.), *Number Concepts and Operations on the Middle Grades* (pp. 162-181). Lawrence Erlbaum Associates; National Council of Teachers of Mathematics.
- Lewis, K. (2016). Las discapacidades para el aprendizaje de las matemáticas como diferencia en el desarrollo: un análisis detallado de las estrategias de una estu-

- diente al partir enteros para obtener fracciones. *Journal for the Study of Education and Development*, 39(4), 812-857. <https://doi.org/10.1080/02103702.2016.1215085>
- Llinares, S. (2013). Fracciones, decimales y razón. Desde la relación parte-todo al razonamiento proporcional. En M. Chamorro (ed.), *Didáctica de las matemáticas para primaria* (pp. 187-221). Pearson Educación.
- Llinares, S. y Sánchez, M. (1997). Las fracciones. En S. Llinares (ed.), *Las fracciones diferentes interpretaciones*. Síntesis
- López, C. (2018). Fracciones a través del aprendizaje situado. *Cultura Científica*, 16, 134-145. <https://doi.org/10.38017/1657463X.537>.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares. Matemáticas*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje para Matemáticas* (vol. 2). Panamericana.
- Páez, J. y Pérez, P. (2005). *Acercamiento al comportamiento del tendero* (tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Páramo, D. (2009). *El comercio tradicional colombiano: un espacio de fortalecimiento cultural para los consumidores* (tesis de doctorado). Universidad de Ginebra, Suiza.
- Ríos-Cuesta, W. (2021). Aplicación de las representaciones gráficas y la visualización a la resolución de problemas con fracciones: una transición hacia el algoritmo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 8(63), 196-222. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n63a8>
- Rodríguez, C., Velásquez, D., Muñoz, A., Mercado, K. y Cervantes, J. (2022). Investigando las conexiones etnomatemáticas entre las formas de quesos y tambores musicales en Chilpancingo, México. Una contribución a la didáctica de la geometría. *Journal of Mathematics and Culture*, 16(1), 119-152.
- Rodríguez-Pérez, Y. (2019). *Fracciones y realidad* (tesis de maestría). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2995/1/TGT\\_1616.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2995/1/TGT_1616.pdf)
- Tsung-Lung, T. y Hui-Chuan, L. (2016) Hacia un marco para desarrollar el dominio de las fracciones de los estudiantes. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 244-255. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1238520>



# Modelización de un ecosistema de humedal. Representaciones socioambientales de los estudiantes de secundaria e implicaciones para la enseñanza de la ecología



- Modeling a Wetland Ecosystem: High School Students' Socio-Environmental Representations and Implications for Ecology Teaching
- Modelagem de um ecossistema de área úmida. Representações socioambientais de estudantes do ensino médio e implicações para o ensino de ecologia

## Forma de citar este artículo:

Abella, S. y García-Martínez, Á. (2024). Modelización de un ecosistema de humedal. Representaciones socioambientales de los estudiantes de secundaria e implicaciones para la enseñanza de la ecología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 135 - 152. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-17256>

## Resumen

Este artículo de investigación presenta los resultados de la implementación de un diseño didáctico fundamentado en el modelo “reloj de arena” para la enseñanza de la ecología. Este se basa en la historia ambiental y las interacciones entre organismos en el espacio-tiempo de manera sistémica. Este trabajo se realizó con 16 estudiantes de secundaria de un colegio público en Bogotá, y se centró en los ecosistemas de humedales como referencia. A partir de la modelización, la historia ambiental y la georreferenciación se fundamentaron las actividades orientadoras. Estas consistieron en: 1) una salida de campo al humedal Torca, y 2) un video sobre la historia ambiental de los humedales en Bogotá. Los estudiantes, en parejas, construyeron maquetas que reflejaban su percepción inicial del humedal, las cuales fueron refinadas constantemente a

Susana Abella\*   
Álvaro García-Martínez\*\* 

\* Magíster en Educación. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [nsbaellap@udistrital.edu.co](mailto:nsbaellap@udistrital.edu.co)

\*\* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [alvaro.garcia@udistrital.edu.co](mailto:alvaro.garcia@udistrital.edu.co)



través de la socialización y la retroalimentación, hasta llegar a una segunda versión más compleja. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo y se trata de un estudio de caso múltiple. Para el análisis, se empleó el software NVivo con tres categorías preestablecidas: el modelo material, el enfoque intercultural y los factores socioecológicos. Se tuvieron en cuenta ambas versiones de las maquetas y se generaron nubes de palabras a partir de las transcripciones de las exposiciones. Entre los resultados, se destaca que los estudiantes fueron capaces de georreferenciar cuerpos de agua, cerros orientales, vías, basura y construcciones, no solo a partir del video, sino también gracias a la experiencia en el recorrido. La mayoría comprendió los sucesos del pasado como resultado de las condiciones socioculturales y ambientales actuales. Las maquetas, como recurso didáctico, evidencian la importancia de desarrollar modelos como herramientas sensoriales que facilitan la construcción de explicaciones.

Palabras clave

didáctica de la ecología; modelización; ecosistema de humedal; historia ambiental; georreferenciación

### Abstract

This research article presents the results of implementing a didactic design based on the “hourglass model” for teaching ecology. This model is based on environmental history and the interactions among organisms in space-time systemically. This study was conducted with 16 high school students from a public school in Bogotá, focusing on wetland ecosystems as a reference. The guiding activities were based on modeling, environmental history, and georeferencing. These activities included: 1) a field trip to the Torca wetland, and 2) a video about the environmental history of wetlands in Bogotá. The students, in pairs, constructed models that reflected their initial perception of the wetland, which were continually refined through socialization and feedback until they arrived at a more complex second version. This research has a qualitative approach and is a multiple-case study. For analysis, NVivo software was used with three pre-established categories: the material model, the intercultural approach, and socio-ecological factors. Both versions of the models were considered, and word clouds were generated from the transcriptions of the presentations. Among the results, it is highlighted that students were able to georeference bodies of water, eastern hills, roads, garbage, and buildings, not only from the video but also thanks to the experience on the field trip. Most students understood past events as a result of current socio-cultural and environmental conditions. The models, as a didactic resource, demonstrate the importance of developing models as sensory tools that facilitate the construction of explanations.

Keywords

didactics of ecology; modeling; wetland ecosystem; environmental history; georeferencing

### Resumo

Este artigo de pesquisa apresenta os resultados da implementação de um design didático fundamentado no modelo “ampulheta” para o ensino da ecologia. Este modelo baseia-se na história ambiental e nas interações entre organismos no espaço-tempo de maneira sistêmica. Este trabalho foi realizado com 16 estudantes do ensino médio de uma escola pública em Bogotá, e centrou-se nos ecossistemas de áreas úmidas como referência. Com base na modelagem, história ambiental e georreferenciação, foram estabelecidas atividades orientadoras, que consistiam em: 1) uma saída de campo ao pântano de Torca, e 2) um vídeo sobre a história ambiental das áreas úmidas em Bogotá. Os estudantes, em duplas, construíram maquetes que refletiam sua percepção inicial da área úmida, as quais foram constantemente refinadas por meio da socialização e do feedback, até chegar a uma segunda versão mais complexa. Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa e trata-se um estudo de caso múltiplo. Para a análise, foi utilizado o software NVivo com três categorias pré-estabelecidas: o modelo material, a abordagem intercultural e os fatores socioecológicos. Consideraram-se ambas as versões das maquetes e forma geradas nuvens de palavras a partir das transcrições das apresentações. Entre os resultados, destaca-se que os estudantes foram capazes

de georreferenciar corpos d'água, morros orientais, estradas, lixo e construções, não apenas a partir do vídeo, mas também graças à experiência na saída de campo. A maioria compreendeu os eventos passados como resultado das condições socioculturais e ambientais atuais. As maquetas, como recurso didático, demonstram a importância de desenvolver modelos como ferramentas sensoriais que facilitam a construção de explicações.

Palavras-chave

didática da ecologia; modelagem; ecossistema de áreas úmidas; história ambiental; georreferenciação

## Introducción

Uno de los objetivos fundamentales de la enseñanza de la ecología es que los estudiantes comprendan las relaciones entre la especie humana y su entorno. Como señaló Margalef (1974, citado por Fernández y Casal, 1995) hace más de 50 años, los problemas de conservación y explotación de la naturaleza tienen una base ecológica y deben ser abordados desde una perspectiva educativa, y mediante la formulación de leyes y regulaciones. Por lo tanto, en la actualidad se considera que es relevante explorar otros campos del conocimiento para enriquecer la ecología, como los territorios ecosistémicos, desde perspectivas éticas, históricas, geológicas, geográficas, entre otras.

Enseñar y aprender ecología implica comprender las condiciones ambientales percibidas por organismos heterogéneos en el espacio-tiempo, así como la distribución de los organismos y las interacciones que dependen de las contingencias (Scheiner y Willig, 2011). Partir del contexto real es fundamental para ampliar las perspectivas de los estudiantes sobre los ecosistemas. También lo es la utilización de estrategias didácticas que permitan identificar las representaciones que tienen del mundo que les rodea. Para profundizar en la comprensión del territorio, es necesario reconocer aspectos históricos y adoptar miradas críticas al transitar por las rutas que habitualmente recorren hacia la escuela o a casa, pero que rara vez se examinan detenidamente.

Con el propósito de contribuir a la comprensión y el cuidado del entorno natural en el ámbito escolar, este artículo surge de una propuesta didáctica derivada de un trabajo de investigación doctoral que se centró en un ecosistema de humedal cercano a la institución educativa seleccionada para la intervención. En este documento se describe una de las actividades principales, que consistió en caracterizar los procesos de modelización de ocho grupos de estudiantes de secundaria en relación con el humedal Torca, a partir de un video que incorpora georreferenciación e historia ambiental del agua y los humedales de Bogotá.

El proceso de modelización se llevó a cabo mediante la elaboración de maquetas después de visitar el humedal y ver el video "Humedal Torca, un chapuzón en nuestra historia", elaborado por la autora principal de esta investigación. Este video relata la historia de Bogotá desde sus inicios hasta la formación de humedales y construcciones que han afectado estos ecosistemas, incluyendo posturas sobre su preservación y restauración. Tras sistematizar y analizar los trabajos de los estudiantes, se evidencia un avance en el aprendizaje en cuanto al reconocimiento geográfico e histórico del humedal y la ciudad, aunque se observan limitaciones en el reconocimiento de la biodiversidad y la representación a escala. Sin embargo, se espera consolidar los resultados con las demás actividades que enfatizan el pensamiento organísmico-sinecológico (Magntorn, 2007).

## Antecedentes

La modelización es un proceso que facilita la transición del pensamiento abstracto al complejo (Graells, 1999) y permite comunicar las diferentes formas de percibir el mundo (Izquierdo, 2017). Para que se produzcan procesos de educación científica efectivos, es fundamental que el docente esté actualizado, seleccione cuidadosamente las actividades con el fin de fomentar el razonamiento argumentativo en sus estudiantes, y les proporcione las herramientas para expresar y aplicar lo aprendido en ciencias. La literatura científica ha propuesto varios momentos metodológicos para el desarrollo de estrategias de modelización, que incluyen la construcción, utilización, evaluación, replanteamiento y revisión de modelos, ya que estos son fundamentales para fortalecer el razonamiento de los estudiantes en torno a conceptos científicos (Schwarz, 2009).

En este caso específico, más que centrarse en ideas científicas, se trata de abordar la importancia de reconocer y cuidar el entorno, y evitar actitudes extractivistas que alejan al ser humano de su responsabilidad ambiental. Es crucial que el enfoque ambientalista o ecologista no se limite a la identificación de problemas, sino que también promueva acciones concretas dirigidas hacia el cambio social. La didáctica de la ecología “posibilita un mayor acercamiento a las problemáticas ambientales desde la desestructuración del pensamiento antropocéntrico que permite el abordaje de los conceptos estructurantes de la ecología y una posición responsable frente a la problemática ambiental” (Robles-Piñeros y Tateo, 2023, p. 702).

Algunos estudios han señalado la falta de comprensión de los estudiantes sobre los ecosistemas, ya que a menudo se limitan a descripciones reduccionistas de las características de estos espacios biodiversos, sin comprender sus complejas relaciones. Para abordar esta situación, autores como Gil-Quilez y Martínez-Peña (1992) proponen trabajar con un mayor nivel conceptual desde la didáctica, así como fomentar el dominio de actitudes y procedimientos de investigación propios de la ecología.

Los cambios reales se producen a través de la modificación de actitudes, valores y creencias hacia la naturaleza, lo que requiere el diseño de estrategias didácticas y educativas efectivas. Como afirmó Leopold (1949, citado en Baena, 2012, p. 6), “las obligaciones ambientales carecen de sentido sin conciencia”, por lo que es fundamental promover una mayor conciencia social hacia la tierra. En este sentido, la inclusión de la historia ambiental y la georreferenciación en la enseñanza de la ecología es fundamental para reconocer los humedales como parte del territorio y avanzar hacia una comprensión más profunda de la complejidad de los organismos, incluido el ser humano.

## Referentes teóricos

### Modelización y enseñanza de las ciencias

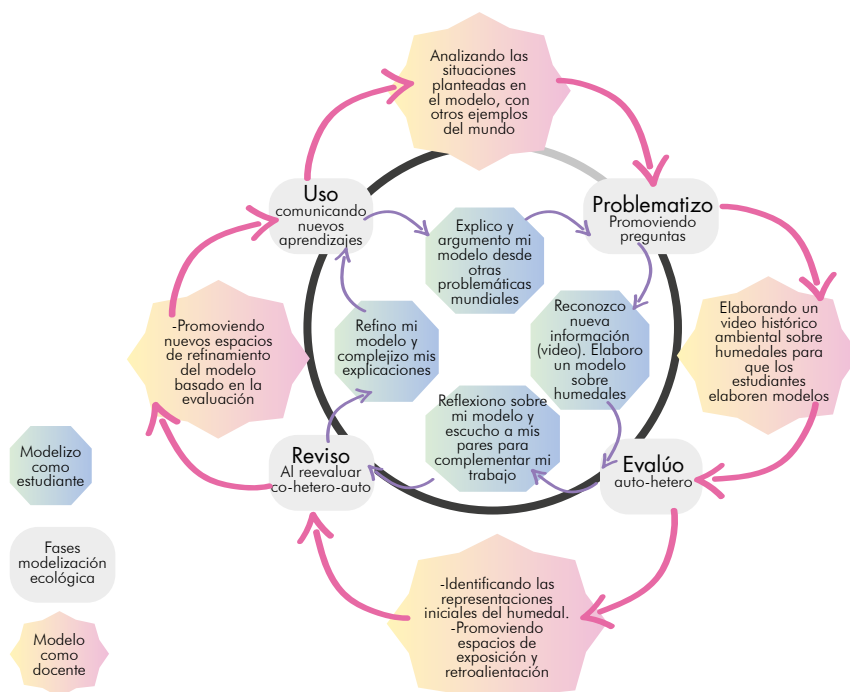
Respecto a la modelización para el aprendizaje de las ciencias, Schwarz y White (2010) proponen una rúbrica con cinco categorías —temas de prácticas de modelado, construir, evaluar, revisar y utilizar (p. 44)—, con el objetivo de que los estudiantes comprendan que los procesos de modelado son aprendizajes continuos, siempre mediados por la comunicación. En el contexto de la enseñanza de la ecología, se entiende que los fenómenos no son unicausales, sino que están influenciados por varios factores en una dinámica multicausal (Abella y García-Martínez, 2021a).

Por lo tanto, para enseñar ecología, se recurre al ciclo de modelización propuesto por Abella y García-Martínez (2021a), que enfatiza en no predecir fenómenos para

explicarlos, ya que los principios biológicos no son aplicables a lo inanimado (Mayr, 2006). Se requieren otro tipo de decisiones que involucran pensamiento cultural, ético, geográfico, histórico y político-económico para comprender los ecosistemas de humedal.

La figura 1 presenta el ciclo de modelización adaptado para el contexto de la actividad. Se evidencian cuatro momentos que pueden iniciarse según las necesidades didácticas. Para esta investigación, se sigue la sugerencia de los autores al desarrollar las actividades en el orden: problematizo, evalúo, reviso y uso. En los momentos en que los estudiantes modelizan, pueden utilizar dibujos, esquemas, mapas, diagramas, y en este caso particular, modelos materiales como maquetas. Desde la perspectiva docente, es posible diseñar diferentes recursos didácticos. Como se muestra en la adaptación de la figura, para esta investigación el recurso es un video.

Figura 1. Ciclo de modelización



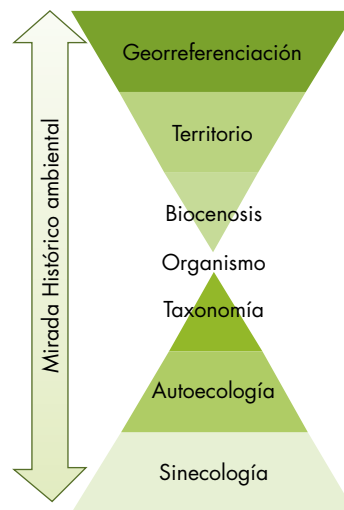
Fuente: adaptado de Abella y García-Martínez (2021a).

## Enseñanza de la ecología

Una vez definido el referente desde la modelización, este se relaciona con la postura desde la enseñanza de la ecología, utilizando el modelo de reloj de arena propuesto por Abella y García-Martínez (2021b). En este modelo, los autores parten de los principios de la teoría ecológica de Scheiner y Willig (2008) que explica cómo los organismos se distribuyen en el tiempo y se relacionan con su entorno y con otros organismos, para poder explicar la historia ambiental como principio para la comprensión ecosistémica. El nombre del modelo se debe a la relevancia que se da a la incidencia del tiempo en estos cambios ecológicos. El otro extremo del diagrama del reloj de arena lo fundamentan los autores desde la estrategia de *Reading Nature* (Magntorn, 2007). Esta parte de la capacidad que deben tener los estudiantes para identificar organismos. Luego, aborda la taxonomía, que refiere la capacidad de los estudiantes para identificar organismos inicialmente con sus nombres comunes y así poder caracterizarlos. Más adelante, pasa a la autoecología, que se refiere a las características del organismo —ya que desde su morfología, comportamiento, alimentación, adaptaciones, distribución y abundancia se comprende su nicho—. Finalmente, cierra con la sinecología, que estudia las relaciones entre individuos que se evidencian en las cadenas y redes alimenticias que implican al humano y el contexto general. Las relaciones de los organismos con el entorno (vistas como dinámicas de nicho) son importantes para comprender las relaciones entre individuos de forma sistémica (Robles-Piñeros y Abella, 2021).

La figura 2 incluye una flecha vertical y bidireccional que implica una relación entre el paso del tiempo y las modificaciones en los ecosistemas desde la extensión o ubicación geográfica hacia la sinecología, debido a los cambios en la relación de los organismos.

Figura 2. Modelo reloj de arena teórico-metodológico para la enseñanza de la ecología



Fuente: Abella y García-Martínez (2021b, p. 5).

Al ser el objetivo de esta investigación ahondar en la comprensión de los estudiantes de secundaria sobre el territorio del ecosistema de humedal, principalmente desde la ubicación geográfica (para el desarrollo del pensamiento espacial) y la relación con los cambios histórico-ambientales, se toma la parte superior de la figura 2, denominada georreferenciación. Se da este paso para proporcionar la contextualización necesaria previa a la profundización netamente orgánica-sinecológica.

Dispuesto así, la modelización es un medio para comprender las representaciones sobre el humedal desde una mirada ecológica que se complejiza y deja de lado la idea de poner límites al territorio para definir ecosistemas. Este efecto secundario surge del fracaso temporal de los científicos para encontrar criterios fisonómicos u otros criterios empíricos mediante los cuales podrían definir las fronteras del ecosistema en todos los casos empíricos de manera objetiva y precisa (Schizas *et al.*, 2018). Para categorizarlos, se vuelve aún más relevante comprender que los ecosistemas no son porciones estrictamente delimitadas.

## Metodología

### Referentes metodológicos

El enfoque es cualitativo, ya que se recogieron datos de la literatura histórica y ambiental del humedal Torca que luego fueron presentados a los estudiantes. Estos últimos expresaron sus procesos de aprendizaje mediante maquetas, lo que les exigió realizar procesos cognitivo-lingüísticos de explicación e incluso argumentación. Así, se adopta desde el paradigma interpretativista, ya que se concibe la realidad como una construcción social que depende de los significados que cada estudiante atribuye a esa realidad (Bisquerra *et al.*, 2009).

Por otra parte, se trata de un estudio de caso múltiple (Castiblanco y Vizcaíno, 2010), dadas las características de los estudiantes. Se buscó encontrar en sus explicaciones nuevas construcciones en torno a la percepción del humedal Torca, y que estas fueran objeto de análisis sensible a sus narrativas y discurso.

### Contexto y población

Participaron 18 estudiantes de décimo grado del Colegio Aquileo Parra I. E. D. de la ciudad de Bogotá, provenientes de los estratos socioeconómicos 2 y 3. El colegio está rodeado por el canal de agua Torca, que desemboca muy cerca en el humedal Torca. El grupo estaba conformado por 6 hombres y 10 mujeres, con edades comprendidas entre los 15 y 17 años. Fueron seleccionados de forma aleatoria-intencional cualitativa, ya que, por interés propio, en este grado escolar eligen una línea de investigación y la de ellos fue ciencias ambientales. Para las actividades, el trabajo se desarrolló en parejas, por lo que referimos en los resultados a 8 grupos desde el inicio del trabajo colaborativo.

### Instrumentos para la recolección de datos

El instrumento utilizado para recopilar datos es una rúbrica que consta de tres categorías *a priori*: el *modelo material* para identificar la composición de la maqueta, seguido por las *categorías abordaje intercultural* y *factores socioecológicos*, dado que el video histórico hace énfasis en estas. Este instrumento se basa en la propuesta de Abella *et al.* (2022), que justifica las categorías para el análisis también de dibujos. La validez interna del instrumento es respaldada por el grupo de investigación, mientras que la validez externa se garantiza por la participación de expertos en modelización en la enseñanza de la ecología, quienes

validaron la relevancia de las variables categorizadas mencionadas (Hernández *et al.*, 2000). Como criterio de calidad, se llevó a cabo una triangulación (Coller, 2000) entre los resultados de las dos versiones de las maquetas, así como con la retroalimentación y las exposiciones.

A continuación, se presenta la tabla 1 que detalla las categorías de la rúbrica utilizada y sus fundamentos.

**Tabla 1. Rúbrica con categorías para el análisis de maquetas**

Categorías y contextos teóricos		
Categorías	Fundamentos georreferenciales y territorio en maquetas	Sustento teórico
Modelo material	<ul style="list-style-type: none"> <li>La iconicidad es diferenciable a través de colores, texturas, pictogramas, símbolos, etiquetas, gráficas y formas.</li> <li>La perspectiva es macro (desde el aire), meso (al nivel de lo que la vista percibe) o micro (sabiendo que hay microorganismos poco o nada visibles).</li> <li>La composición puede estar a escala o sobredimensionar aspectos.</li> <li>Distribuye los elementos del paisaje desde la geolocalización del mundo real.</li> </ul>	Las maquetas como modelos materiales permiten evidenciar los procesos metacognitivos de los estudiantes durante el trabajo grupal. Los sistemas de información geográfica (SIG) cobran relevancia en la escuela porque la interacción con la experiencia del espacio vivido promueve el pensamiento crítico acerca de la relación entre ciudadanía y responsabilidad (Hammond <i>et al.</i> , 2018).
Abordaje intercultural	<p>Aborda la representación cultural heredada del agua como sagrada o como eje de rituales ancestrales.</p> <p>Representa aspectos culturales propios de alguna época específica.</p>	Partir de lo local, esto es, desde los aprendizajes previos que tienen los estudiantes y no solamente desde la mirada occidental, para tratar de identificar saberes cotidianos y heredados que ayudan a reducir la tensión entre las distintas miradas sobre la ciencia (Molina <i>et al.</i> , 2014)
Factores socioecológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta actividades humanas (pescar, nadar, caminar, cultivar, pasear, muestrear, enseñar, sembrar).</li> <li>Incorpora aspectos urbanísticos como casas, escuelas, carreteras, puentes, vehículos, entre otras.</li> <li>Ubica al humano en dos o más funciones.</li> <li>Usa símbolos de restauración o señalización como cercas para el cuidado del humedal, letreros, senderos.</li> <li>Incorpora problemáticas ambientales: contaminación por cementerios, basura, contaminación del aire.</li> <li>Representa, en general, un ambiente prístino.</li> <li>Evidencia la influencia del humano en cambios históricos del ambiente del ecosistema.</li> </ul>	La ciudad se ha transformado y expandido. Esto se evidencia en la geografía y biodiversidad. Las necesidades humanas modifican el paisaje, por ejemplo, con la canalización de ríos, que resulta en la formación de otros cuerpos de agua (Palacio-Castañeda, 2008).

Fuente: elaboración propia.

Con dichas categorías, se esperaba que los estudiantes representaran, utilizando diferentes materiales, convenciones y etiquetas, el momento o momentos histórico-ambientales que consideraban relevantes para su comprensión del ecosistema de humedal, desde diferentes perspectivas (ancestral, cultural, biogeográfica, social, ambiental y política).

### Procedimiento para el análisis de la información

Para cumplir con el objetivo, se sigue el ciclo de modelización de la figura 1. Es importante

destacar que el trabajo siempre se realizó en grupos (parejas) a quienes se les asignó un color para diferenciarlos (amarillo, rojo, fucsia, morado, gris, azul y verde). Una vez que los estudiantes observaron el video "Humedal Torca, un chapuzón en nuestra historia" (Abella, 15 de junio de 2021), elaboraron la primera versión de la maqueta. Posteriormente, la socializaron de forma grupal y recibieron retroalimentación de forma escrita mediante una rúbrica detallada en la tabla 2 (con autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación), para que refinaran sus maquetas.

Tabla 2. Rúbrica auto y coevaluación de las maquetas. Ejemplo de uno de los grupos (gris)

Elementos de Humedal Torca como patrimonio biocultural, un "Chapuzón" en nuestra historia	Versión 1	Versión 2
Aborda de alguna manera la representación cultural heredada del agua como "sagrada" o como eje de rituales ancestrales.	No	No
Relaciona distintos sistemas de conocimientos para encontrar oportunidades de diálogo.	No	No
Otros:		
Presenta humanos o actividades humanas (trabajar, pescar, conducir, nadar, coleccionar agua, caminar, cultivar, pasear, muestrear, enseñar, sembrar).	No	Si, uno está nadando.
Incorpora aspectos urbanísticos como casas, escuelas, carreteras, puentes, vehículos, entre otras.	Si, la carretera	Si, la carretera
Usa símbolos de restauración, o señalización como cercas para el cuidado del humedal, letreros, senderos.	No	No
Incorpora problemáticas ambientales: contaminación por cementerios, basura, calidad del aire.	Si, basura en los cuerpos de agua	Si, basura en los cuerpos de agua
Otros:		
Representa elementos no materiales como características climáticas o la ubicación.	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, los estudiantes realizaron una nueva exposición de la segunda versión de las maquetas, la cual fue grabada y transcrita. Esta socialización también fue evaluada con base en los aspectos que tuvieron en cuenta

y aquellos que podrían mejorarse (tabla 3), siguiendo la perspectiva de la modelización como una construcción continua para el aprendizaje (Schwarz et al., 2009).

Tabla 3. Aspectos para mejorar las maquetas. Ejemplo con dos grupos

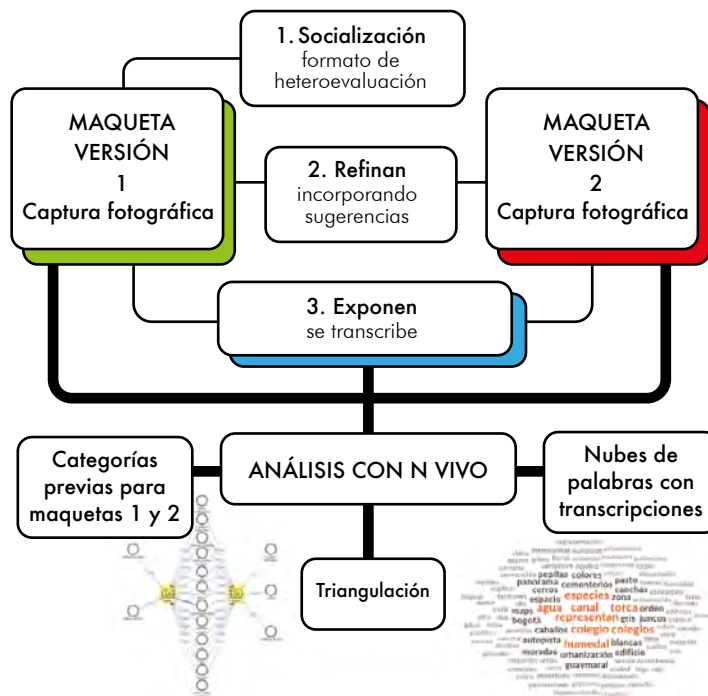
Basados en la retroalimentación, hacer ajustes a las maquetas para refinarlas de acuerdo a lo que consideren que las podría mejorar.

		Yo como evaluador	
	Mi compañero	Lo que tuvo en cuenta	Lo que podría mejorar
1	Morado	Línea temporal con todo lo mencionado por la profe y los conceptos claves del video visto en clase.	Hablar de la contaminación del río Bogotá y del cuerpo de agua del humedal torca - Guaymaral
2	Amarillo	El antes y después del humedal torca y la urbanización y contaminación del humedal.	Tal vez mostrar más la urbanización del humedal y la contaminación en la actualidad.

Fuente: elaboración propia.

El análisis cualitativo se llevó a cabo utilizando el software NVivo. En este proceso, se asignaron códigos a las categorías mencionadas en la tabla 1 y se contrastaron las versiones inicial y final de las maquetas que fueron fotografiadas. Para las transcripciones de las exposiciones, se generaron análisis que mantuvieron las ideas en las que hicieron énfasis. A partir de esto, se construyeron nubes de palabras y esquemas que permitieron identificar los términos más utilizados para correlacionarlos con las categorías establecidas.

Figura 3. Metodología para el análisis de los procesos de modelización



Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo la triangulación, se relacionó horizontalmente la información de cada grupo desde las 3 categorías mencionadas, así como las nubes de palabras y el análisis general. Verticalmente, se correlacionaron todos los grupos para realizar análisis integradores en relación con el lenguaje utilizado y las ideas a las que dieron mayor importancia en las exposiciones.

## Resultados y análisis

La comprensión de los estudiantes respecto al territorio y el ecosistema de humedal, desde la ubicación geográfica y la relación con los cambios histórico-ambientales, se analiza bajo las categorías de un instrumento para el análisis de maquetas, comparando las dos versiones y sus respectivas exposiciones. Posteriormente, se presenta un análisis general por categoría que abarca a todos los grupos

participantes, para luego triangular los esquemas arrojados por el software NVivo.

A continuación, la figura 4 presenta un ejemplo de las dos versiones de las maquetas del grupo morado<sup>1</sup>. La imagen del análisis categorial es arrojada por NVivo. Allí se aprecian dos recuadros pequeños amarillos que corresponden a la maqueta inicial (recuadro amarillo de la izquierda) y la maqueta final (recuadro amarillo de la derecha). De cada uno de estos recuadros, se proyectan líneas hacia óvalos; cada óvalo representa uno de los descriptores de las categorías mencionadas en la tabla 1. Los 9 óvalos a la derecha indican las categorías representadas en la versión 2 que no estaban presentes en la versión 1. Esto indica la importancia de la retroalimentación por parte de los demás grupos, dada la evidencia de la incorporación de nuevos elementos enriquecedores para los modelos finales.

Figura 4. Ejemplo comparativo de las maquetas 1 y 2 con diagrama por categorías del grupo morado



Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> Por cuestiones de extensión, no se pueden presentar los resultados de todos los grupos, pero sí se incorporan en los análisis.

Una vez realizada la codificación de las maquetas, se lleva a cabo un análisis cualitativo y comparativo entre las categorías representadas en los grupos. Después, se contrasta con las nubes de palabras. En la tabla 4 se presenta un ejemplo con dos grupos, el amarillo y el morado. Allí se destaca la incidencia del video utilizado como eje para el reconocimiento de la transformación del paisaje, así como la salida al humedal, impactado principalmente por las basuras aledañas. La reflexión constante busca evitar posturas antropocéntricas o completamente ecocéntricas, y comprender el territorio como el resultado de interacciones bióticas y abióticas en las que el humano siempre ha tenido participación (Nunes-Neto y Conrado, 2021). En este sentido, el territorio adquiere un valor intrínseco que impide considerarlo únicamente como un recurso al servicio de la humanidad.

Tabla 4. Análisis categorial de las maquetas

Análisis comparativo de maquetas					
Categorías					
Grupos	Modelo material	Abordaje intercultural o histórico	Factores socioecológicos	Nubes de palabras tras exposición	Análisis general por grupo
	Iconicidad, perspectiva, escala, georreferencia	Ancestral, cultural, momento histórico	Actividad de humanos, urbanístico, restauración, contaminación, unidad de paisaje	Palabras más usadas frente a las maquetas	
Amarillo	Tanto para el modelo inicial como para el final, usan diferentes texturas, colores y objetos claramente representados por figuras pequeñas. En su mayoría no están a escala. Incluyen dos momentos, los años 2000 y 2021 en letreros. Para el modelo final, procuran mejorar la escala. La distribución geográfica se corresponde con la real, evidenciada con la autopista norte y los cerros orientales en el modelo final.	Retoman dos momentos históricos: diferencian el 2000 y el 2021. Hacen alusión al paso del tiempo y el aumento de basura, así como a la reducción de pasto por degradación del cuerpo de agua y debido al incremento poblacional sin conciencia ambiental.	La actividad humana se evidencia en ambas versiones de la maqueta, con autorepresentación en caminata en el humedal. Una de ellas se modela tomando fotos. Desde lo urbano hay carros, vías, casas, edificios, escuelas y senderos. No incluyen los cementerios (un aspecto fundamental). Por otra parte, hay contaminación del aire (mencionan que por los carros) y del agua, así como basuras en el cuerpo de agua. Son evidentes 5 unidades de paisaje, entre las que destacan: cerros orientales, cuerpo de agua, autopista norte, canal Torca y urbanización. Elaboran en ambas versiones algunas relaciones ecológicas, entre ellas, individuos agrupados conformando poblaciones. Carece de profundidad en cuanto a relaciones tróficas.	Las representaciones por convenciones son con "bolitas" de colores para avifauna, peces, animales muertos y vegetación. Hay cambios significativos en el año 2000 frente al cuerpo de agua por área y color. Hacen énfasis en el deterioro causado por la sociedad, urbanización y basuras.	Centran su atención en los últimos 20 años. Hacen una importante representación histórica con dos momentos: 2000 y 2020. Un aspecto que no se evidencia en las maquetas, y que fue retroalimentado por los compañeros, es el asunto de los cementerios. El reconocimiento de cambios histórico-ambientales contribuye a una aproximación intercultural que busca comprender que la naturaleza depende también de comportamientos culturales. Sin embargo, es un bajo espectro en tiempo dado todo lo trabajado desde la prehistoria. Hay una percepción negativa frente a la expansión urbana, dadas las necesidades humanas, que afecta el humedal. Al refinar el modelo, incorporan pensamiento espacial y dan cuenta del territorio con ubicación geográfica.

Grupos	Modelo material	Abordaje intercultural o histórico	Factores socioecológicos	Nubes de palabras tras exposición	Análisis general por grupo
	Iconicidad, perspectiva, escala, georreferencia	Ancestral, cultural, momento histórico	Actividad de humanos, urbanístico, restauración, contaminación, unidad de paisaje	Palabras más usadas frente a las maquetas	
Morado	En ambas versiones de las maquetas se utilizan materiales y pinturas diversas. En particular, este grupo representa 5 diferentes épocas (paleolítica, colonización, urbanizaciones con construcción del acueducto en 1888, 1940 con el humedal completo y la actualidad). La perspectiva de ambas versiones es macro, ya que hay representaciones de vista aérea y los cambios históricos del área del cuerpo de agua. También representan a escala meso. En la maqueta inicial se ignora la distribución espacial, como los cerros orientales o la autopista norte, pero para la versión final se incorporan, así como el canal Torca e imágenes de fondo que dan cuenta de los cambios históricos del paisaje que se va urbanizando.	Durante la exposición, se menciona la importancia de tener presente las comunidades muiscas, por Bochica y el salto del Tequendama, pero en su representación se dio mayor preponderancia al paleolítico medio (debido a la escasez de asentamientos humanos y las características de abundante agua) y a la colonización (por la canalización del agua).	La maqueta inicial incluye representaciones de humanos de diferentes épocas y con distintos papeles. Se observa un hombre del paleolítico, así como personajes alusivos a los que canalizaron. En la versión final se añaden fotografías de fondo con conductores y personas en entornos urbanos. En ambas maquetas se señalan las cañerías como desagües de contaminación, y para la versión final también se agregan señales de smog y basura en el cuerpo de agua. En la versión 1 se identifican 5 unidades de paisaje, las cuales se amplían hasta 7 en la versión 2. Los organismos incluidos en la versión 2 tienen funciones específicas dependiendo de la época, pero principalmente se representan árboles y humanos, sin hacer referencia a otros reinos.	Se hace énfasis en los cambios ambientales ocasionados por adaptaciones desde nómadas y grupos indígenas hasta la colonización. Se destaca el pasado de Bogotá como el lago Humboldt, y se menciona a Bochica como parte de la historia, ahora representado por caños canalizados que benefician a hogares y humanos, además de la autopista norte. Se alude al petróleo, diversos cuerpos de agua, el río Bogotá, humedales y mares. Las construcciones se reflejan en el agua sucia, representando momentos del pasado como 1960, 1888 y 1951.	Estas maquetas, divididas por momentos históricos, dan cuenta de lo que el grupo consideró representativo frente a la historia del agua en Bogotá, resaltando momentos específicos del video trabajado. En la versión 2, incorporaron carreteras, que mencionaron en la exposición pero no eran parte del modelo inicial. En la retroalimentación, se les sugirió incorporar otras especies, pero solo incluyeron árboles. El grupo se enfoca en los cambios sustanciales del agua, desde la historia del lago Humboldt hasta los ríos, humedales y la canalización por el acueducto hasta la actualidad. Reconocen en la historia las transformaciones ambientales que responden a las necesidades de cada época. La postura histórica está acompañada por algunos referentes de ubicación geográfica, sin puntualizar dado que son varios momentos y lugares representados para explicar esos cambios históricos.

Fuente: elaboración propia.

Tras el análisis de cada uno de los grupos, se encontró que, respecto a la categoría del modelo material, todos los grupos utilizaron diferentes materiales y texturas según su alcance, representando lo que consideraban prioritario para comprender un humedal.

La perspectiva fue meso para 6 grupos en la versión 1 y luego ampliaron a meso y macro al abarcar mayores extensiones geográficas, comprendiendo que el humedal no es solo una

porción vegetal con el cuerpo de agua, sino todo el contexto y la contingencia. De los otros dos grupos, uno se mantuvo en macro, abarcando Cundinamarca, y el otro grupo cambió de macro a meso, haciendo mayores detalles para el territorio del humedal. Solamente un grupo de los 8 modeló a escala sin sobredimensionar algún aspecto, esto se debe a que utilizaron materiales caseros, mas no porque quisieran dar mayor importancia emocional a

ciertos elementos, como ocurre en el dibujo (Martikainen y Hakoköngäs, 2022), sino debido a los recursos con los que contaban en casa para modelar.

En cuanto a las georreferencias, 6 de las 8 maquetas incorporaron letreros, calles y lugares referenciando norte, sur, oriente y occidente. De las otras dos, una en la versión 1 no lo incorporaba y en la segunda versión lo hizo, mientras que la otra maqueta no tenía coherencia geográfica en ninguna de las dos versiones. El pensamiento espacial no solo proviene del aprendizaje escolar pedagógico, sino de la experiencia (Arenas y Salinas, 2013), y los estudiantes tienen poco conocimiento sobre la ciudad y sus características geográficas. Al invitarles no solo a ver, sino a observar en detalle el humedal, los cementerios y el canal Torca, se facilita la modelización gracias al recorrido realizado en este territorio, que se complementa desde la experiencia al usar el video.

Respecto al abordaje intercultural e histórico, se encontró que aunque el video histórico-ambiental sobre las transformaciones del agua y los humedales en Bogotá menciona las representaciones que las comunidades muiscas u otras comunidades tienen o han tenido frente al agua, solamente uno de los grupos lo incluyó, ya que la mayoría comprende estos sucesos del pasado como resultado de las condiciones actuales. Las maquetas son solo una de las actividades desarrolladas; se espera que, tras la aplicación de otras actividades, los estudiantes hagan mención o reconozcan aspectos culturales del pasado que están vigentes y se relacionen con los aprendizajes en ecología, como el uso de plantas medicinales, la resiliencia ecosistémica y la relación armoniosa del ser humano con el agua.

Desde un enfoque sociocultural (Molina *et al.*, 2014), solo uno de los grupos reconoció conocimientos ancestrales al ampliar el imaginario sobre los recursos para el desarrollo de la sociedad. La relación entre contexto social y cultura fue mencionada por 6 grupos al comprender el uso de GPS para realizar mapas, pues consideraron que la transformación del paisaje no siempre equivale a progreso. Esto redundó en posturas de la cultura frente al manejo de residuos y su afectación al agua. La perspectiva histórico-ambiental es fundamental para comprender el territorio desde las ciencias naturales, ya que una cuestión no es científica de forma aislada, sino que se nutre de diferentes referentes para entenderlo —a saber, el conjunto de prácticas emergentes de historiadores, filósofos, científicos y sociólogos en los últimos casi cincuenta años (Osborne, 2014)—. Comprender la historia ambiental de Bogotá implica entender el estado actual de humedales y cuerpos de agua (Palacio, 2008), como se evidencia en las maquetas de todos los estudiantes.

En cuanto a la categoría de factores socioecológicos, 3 de los 8 grupos representaron actividades humanas explícitas desde la versión 1 de sus maquetas, y luego 3 grupos más que no lo tenían lo adaptaron para la versión 2. Los 2 grupos restantes nunca lo incluyeron, comprendiendo desde las exposiciones que al incorporar aspectos urbanísticos lo sobreentendían como presencia humana



Además, este hecho contribuye a la complejización del pensamiento hacia una comprensión multidimensional de la ecología.

Al modelizar un ecosistema de humedal, los estudiantes parten de situaciones contextualizadas que enriquecen sus argumentos y explicaciones desde posturas éticas ambientales, lo que les permite tomar decisiones como ciudadanos responsables. Desde el papel del docente, se enriquecen las prácticas en enseñanza de la ecología al reconocer las representaciones socioambientales de los estudiantes tras la intervención didáctica.

Aunque aún hay dificultades con la representación a escala, en 6 grupos las coordenadas o referentes geográficos dan cuenta de la ubicación del territorio y el humedal trabajado. Los grupos en su totalidad reconocen, a partir de la visita al humedal, del video y la modelización, que los cuerpos de agua actuales son el resultado de intervenciones humanas y de las mismas dinámicas naturales.

En cuanto a la conservación, ningún grupo incluyó en la maqueta o en la exposición a la Secretaría de Ambiente o la organización RAMSAR, entre otras entidades mencionadas en el video y en la salida, para reconocer las labores de cuidado, restauración y preservación. Esto muestra una mirada pesimista al resaltar sobre todo los cambios hacia la degradación o disminución del territorio del ecosistema de humedal Torca.

Durante el desarrollo de las actividades se incluyeron aspectos sobre el valor intrínseco de la biodiversidad *per se* y la relación entre ubicación geográfica y reconocimiento del territorio. Sin embargo, es importante que los estudiantes comprendan que, aunque existan relaciones políticas de por medio, el cuidado y la preservación son responsabilidad de todos (Castro-Moreno *et al.*, 2021).

Los principales aprendizajes desde la ecología se basan en la valoración y reconocimiento del humedal Torca como un territorio ambiental cercano a la escuela. Por otra parte, se reflexionó sobre las acciones ambientales y antrópicas que modifican los ecosistemas y, por ende, la biodiversidad, desde la adaptación de los organismos. Algunas reflexiones importantes emergen desde la atención a los focos de contaminación de los cuerpos de agua, como los desechos sólidos, los vertimientos y la afectación de los cementerios.

Como parte de una investigación más amplia, este documento espera enriquecer con una próxima publicación los aprendizajes de los estudiantes frente a los organismos y las interacciones ecosistémicas mencionadas en el esquema de reloj de arena, desde el nivel de organismo hasta la sinecología.

## Referencias

Abella, S. (15 de junio del 2021). *Humedal Torca, un chapuzón en nuestra historia* [video]. [https://www.youtube.com/watch?v=GnBkBEduBHc&t=1261s&ab\\_channel=SusanaAbella](https://www.youtube.com/watch?v=GnBkBEduBHc&t=1261s&ab_channel=SusanaAbella)

- Abella, S. y García-Martínez, Á. (2021a). Propuesta de un ciclo de modelización para la enseñanza de la ecología en secundaria tomando un humedal como referente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario, 3007-3012.
- Abella, S. y García-Martínez, Á. (2021b). *Propuesta de un modelo teórico-metodológico para la enseñanza de la ecología en secundaria teaching in secondary school* (ponencia). XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. XIII Enpec Em Redes, 2021. Brasil-Virtual. [https://editora-realize.com.br/editora/anais/enpec/2021/trabalho\\_completo\\_ev155\\_md1\\_sa101\\_id1508\\_29062021123829.pdf](https://editora-realize.com.br/editora/anais/enpec/2021/trabalho_completo_ev155_md1_sa101_id1508_29062021123829.pdf)
- Abella, S., Bermúdez, G. y García-Martínez, Á. (2022). Desarrollo de un instrumento para evaluar dibujos del concepto ecosistema; propuesta para el aprendizaje de la ecología en secundaria. *Bio-grafía*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18085>
- Alier, J., Sejenovich, H., Baund, M. y Leff, E. (2014). Pensamiento ambiental latinoamericano: patrimonio de un saber para la sustentabilidad. *Gobernanza ambiental en América Latina, 2000*, 39-72. <https://doi.org/10.5840/enviroethics201234Supplement58>
- Arenas-Martija, A. y Salinas-Silva, V. (2013). Giros en la educación geográfica: renovación de lo geográfico y lo educativo. *Revista de Geografía Norte Grande*, 56, 143-162.
- Baena, J. (2012). *Aldo Leopold y su ética de la tierra*. <http://www.revistamundoverde.net/articulos/aldo-leopold-y-su-etica-de-la-tierra>
- Bisquerra, R., Dorio, I., Gómez-Alonso, J., Latorre-Beltrán, A., Martínez-Olmo, F., Masot-Lafon, I. et al. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Castro-Moreno, J., Valbuena-Ussa, É., Escobar-Gil, G., Roa-Acosta, R. y López-Roa, L. (2021). Multidimensionalidad de la biodiversidad. Aportes a la formación inicial de profesores de biología en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 50, 131-148.
- Coller, X. (2000). *Estudio de casos* (vol. 30). Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Fernández-Manzanal, R. y Casal-Jiménez, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-311.
- Castiblanco, O. y Viscaino, D. (2010). *Introducción a la investigación cualitativa*. Autor: Uwe Flick [reseña]. *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 5(2), 67-76.
- Gil-Quilez, M. y Martínez-Peña, B. (1992). *Aprendizaje de la ecología*. Terradas.
- Graells, P. (1999). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a la educación. Algunas de sus líneas de investigación. *Educar*, 25(3), 632-654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Hammond, T., Bodzin, A., Anastasio, D., Holland, B., Popejoy, K., Sahagian, D. y Farina, W. (2018). "You Know You Can Do This, Right?": Developing Geospatial Pedagogical Content Knowledge and Enhancing Teachers' Cartographic Practices with Socio-Environmental Science Investigations. *Cartography and Geographic Information Science*, 45(4), 305-318. <https://doi.org/10.1080/15230406.2017.1419440>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2000). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Izquierdo, M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización. ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 309-326.

- Magntorn, O. (2007). *Reading Nature Developing Ecological Literacy through Teaching* (tesis de doctorado). Swedish National Graduate School in Science and Technology Education.
- Martikainen, J. y Hakoköngäs, E. (2022). Drawing as a Method of Researching Social Representations. *Qualitative Research*, 23(4). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/14687941211065165>
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología: consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Katz.
- Molina, A., Mosquera, C., Utges, G., Mojica, L., Cifuentes, M., Reyes, J. y Martínez, C. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Nunes-Neto, N. y Conrado, D. (2021). Ensinando ética. *Educação Em Revista*, 37. <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>.
- Palacio-Castañeda, G. (2008). *Historia ambiental de Bogotá y la Sabana 1850-2005*. Universidad Nacional de Colombia; Nomos.
- Robles-Piñeros, J. y Tateo, L. (2023). Isn't All about Trash... Children's Conceptions about Ecology and their Implications for Biology Education in Colombia. *Journal of Biological Education*, 57(3), 692-705.
- Scheiner, S. y Willig, M. (2008). A General Theory of ecology. *Theoretical Ecology*, 1(1), 21-28. <https://doi.org/10.1007/s12080-007-0002-0>
- Scheiner, S. y Willig, M. (2011). *The Theory of Ecology*. University of Chicago Press.
- Schizas, D., Papatheodorou, E. y Stamou, G. (2018). Transforming "Ecosystem" from a Scientific Concept into a Teachable Topic: Philosophy and History of Ecology Informs Science Textbook Analysis. *Research in Science Education*, 48, 267-300.
- Schwarz, C. y White, B. (2010). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 8, 165-205. <https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302>
- Schwarz, C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Krajcik, J. et al. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>



## Articulação entre a Cinética Química e a Educação CTS na visão de licenciandos

- The Interaction Between Chemical Kinetics and STS Education from the Point of View of Students
- La articulación entre la cinética química y la educación CTS en la visión de licenciandos

### Forma de citar este artículo:




dos Santos Souza, L. F., Oliveira Nunes, A. e Dias Santos, A. G. (2024). Articulação entre a Cinética Química e a Educação CTS na visão de licenciandos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 153 - 169. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18036>

### Resumo

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem apresentado grandes contribuições no âmbito da pesquisa, levando em consideração a sua implementação nos espaços formais e não formais de ensino. Esta consegue contribuir na promoção da alfabetização científica, na motivação dos alunos perante a aprendizagem de determinado(s) conteúdo(s) e na formação integral do sujeito. A presente pesquisa possui como objetivo entender as dificuldades relacionadas à articulação entre a educação CTS e o conteúdo de Cinética Química na visão dos licenciandos do curso de Química. Os participantes da pesquisa foram licenciandos do curso de Química da UERN, campus central, Mossoró/RN. O instrumento de coleta de dados utilizado foi uma entrevista de sondagem com os discentes participantes. Após a coleta de dados, estes foram analisados seguindo a análise de conteúdo de Bardin (2011). A análise das entrevistas realizadas com os discentes permitiu perceber que a abordagem CTS é vista pelos estudantes como uma perspectiva que contribui para o protagonismo estudantil, a formação cidadã e o desenvolvimento do pensamento crítico. No entanto, é interessante frisar que estes licenciandos aparentam possuir uma visão positivista e neutra sobre a ciência e as tecnologias, o que se caracteriza por pensamentos voltados para o modelo de decisões tecnocráticas.

### Palavras-chave

ciência e sociedade; cinética química; ensino de química

Lucas Franklin dos Santos Souza\*   
Albino Oliveira Nunes\*\*   
Anne Gabriella Dias Santos\*\*\* 

\* Mestre em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), RN, Mossoró, Brasil. [lucasfranklin86@gmail.com](mailto:lucasfranklin86@gmail.com)

\*\* Doutor em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), RN, Mossoró, Brasil. [albino.nunes@ifrn.edu.br](mailto:albino.nunes@ifrn.edu.br)

\*\*\* Doutora em Química, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), RN, Mossoró, Brasil. [annegabriella@uern.br](mailto:annegabriella@uern.br)



## Abstract

The perspective of Science, Technology and Society has been making great contributions in the field of research, considering its application in formal and non-formal teaching spaces. This may contribute to the promotion of scientific literacy, in the students' motivation to learn certain subjects, and in the subject's integral formation. The present work aims to understand the difficulties related to the interaction between STS education and the subject of Chemical Kinetics in the point of view of the students of the Chemistry program. The research participants were students of the Chemistry program at UERN, central campus, at Mossoró, RN. The data collection instrument used was interviews with the students. After the data was collected, it was analyzed following Bardin's content analysis. The analysis of the interviews performed with the students allowed us to notice that the STS approach is seen by the students as a perspective that contributes to student protagonism, citizen formation, and the development of critical thinking. However, it is interesting to stress that these students appear to have a positivist and neutral about Science and Technology, which is characterized by thoughts geared towards the model of technocratic decisions.

## Keywords

science and society; chemical kinetics; chemistry education

## Resumen

El abordaje Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) ha presentado grandes contribuciones en el ámbito de la investigación, teniendo en cuenta su implementación en espacios formales y no formales de enseñanza. Esta contribuye en la promoción de la alfabetización científica, la motivación de los alumnos ante el aprendizaje de determinados contenidos y en la formación integral del sujeto. La presente pesquisa tiene como objetivo entender las dificultades relacionadas con la articulación entre la educación CTS y el contenido de Cinética Química desde la visión de los licenciandos del curso de Química. Los participantes de la investigación fueron estudiantes de la licenciatura en Química de la UERN, campus central, Mossoró, RN. El instrumento de recolección de datos utilizado fue la encuesta con los participantes. Los datos recolectados fueron analizados siguiendo el análisis del contenido de Bardin (2011). El análisis de las entrevistas realizadas con los estudiantes permitió percibir que el enfoque CTS es visto por los estudiantes como una perspectiva que contribuye al protagonismo estudiantil, la formación ciudadana y el desenvolvimiento del pensamiento crítico. Sin embargo, es interesante destacar que estos licenciandos parecen tener una visión positivista y neutra sobre la ciencia y las tecnologías, lo que se caracteriza por pensamientos orientados hacia un modelo de decisiones tecnocráticas.

## Palabras clave

ciencia y sociedad; cinética química; enseñanza de química

## Introdução

Várias são as discussões que vêm surgindo ao longo dos anos sobre a abordagem Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), principalmente no que tange às suas implicações e aplicações no espaço escolar, a fim de promover a motivação, alfabetização científica e tecnológica (ACT) e formação integral do sujeito.

De acordo com Santos (2012), a abordagem CTS surge como uma perspectiva que busca discutir questões de caráter social e que sejam relevantes para a sociedade, procurando integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos nos mais diversos contextos, sejam eles políticos, econômicos e ambientais, e com isso atingir um *status* de ensino que visa à formação dos sujeitos, tornando-os cidadãos críticos e capazes de interagir de maneira consciente no meio em que estão inseridos.

Pires, Costa e Moreira (2022) concordam com esse pensamento quando afirmam que a perspectiva CTS apresenta em sua estrutura aspectos que potencialmente contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem, tendo em vista que ela se usa da contextualização, problematização e interdisciplinaridade.

Sendo assim, algumas pesquisas utilizam o enfoque CTS para o ensino de determinado assunto das disciplinas curriculares, na tentativa de minimizar as interferências e contribuir no processo de ensino e aprendizagem. O trabalho aqui exposto utilizou-se da abordagem CTS para o ensino do conteúdo de cinética química, que faz parte da área de estudo da físico-química, tendo em vista que é um assunto considerado de difícil compreensão por parte de alunos do ensino básico e superior (Martorano et al., 2014).

E como apontam Batista e Graça (2020), alguns conteúdos que fazem parte da estrutura curricular da disciplina de Química possuem uma grande relação com o contexto do coti-

diano do aluno, fazendo com que isso se torne uma vantagem em relação aos processos de ensino e aprendizagem, considerando que os alunos estarão integrados ativamente na construção do conhecimento.

A escolha do tema “Cinética química” surge a partir de uma das vivências de um dos pesquisadores, enquanto esteve na graduação em química e cursou disciplinas da área da físico-química (Físico-química básica, termodinâmica, equilíbrio e cinética), na qual foi a área que teve maior dificuldade em compreender os conceitos químicos ali ensinados. Na abordagem de muitos dos conteúdos ensinados na disciplina de cinética, não conseguia relacionar com o contexto do cotidiano, o que considera ser uma problemática.

É dentro desse contexto que Zeichner e Diniz-Pereira (2005) defendem em seu trabalho pesquisas investigativas que são realizadas por docentes, as quais possuem como objetivo principal a análise de suas próprias práticas, acreditando ser assim um passo para a transformação social e produção do conhecimento. Os autores acrescentam que esses trabalhos poderão servir como suporte para outros profissionais e até mesmo serem implementados em cursos de formação inicial ou continuada de professores.

Sendo assim, a presente pesquisa surge com o objetivo de entender as dificuldades relacionadas à articulação entre a educação CTS e o conteúdo de Cinética Química na visão dos licenciandos do curso de Química.

## Marco conceptual: O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação química do Brasil

No Brasil, durante a década de 80, foram introduzidas, no sistema educacional, metodologias que buscavam analisar impactos oriundos da revolução científico-tecnológica. Somente

a partir da década de 90 começaram a surgir pesquisas, materiais didáticos e projetos voltados para a temática CTS no ensino de ciências (Santos et al., 2010).

Alguns documentos brasileiros voltados para a educação, abordam o enfoque CTS na sua composição. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, objetivam que o ensino de química e a discussão dos seus conceitos em sala de aula sejam capazes de discutir os conhecimentos científicos, não se limitando apenas a esses conhecimentos, mas também abordando a química enquanto ciência, sua construção histórica e suas implicações perante o contexto social (Ministério da Educação — MEC, 2006).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) afirmam o seguinte:

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (MEC, 2002, p. 87).

A química tem como principal foco de estudo as transformações da matéria e pode ser facilmente trabalhada dentro da abordagem CTS, considerando que, nessa perspectiva, os alunos poderão entender que possuem um importante papel ativo dentro da sociedade, chegando a interferir de maneira direta. Por isso, a contextualização dos conteúdos por parte dos professores se faz importante.

Outro ponto que a abordagem CTS pode proporcionar nas aulas de química é a motivação para o aprender, já que os conceitos presentes no currículo da disciplina passarão a ter sentido para os alunos, deixando de ser algo metódico e monótono, cheios de fórmulas e símbolos, e totalmente distante do contexto social, como é considerado por muitos estudantes da educação básica.

O professor que opta por trabalhar com o enfoque CTS na química poderá desenvolver em seus alunos um grau de alfabetização científica e tecnológica que os fará capazes de entender, interpretar e relacionar os conteúdos abordados em sala ao contexto no qual estão inseridos, entrelaçando-os aos aspectos político, econômico, social, ambiental, entre outros.

Os autores Santos e Mortimer (2000), tendo como base o trabalho de Aikenhead (1994), apresentam uma classificação quanto ao emprego e desenvolvimento da abordagem CTS no âmbito do ensino. A classificação é a seguinte: Conteúdo de CTS como elemento de motivação; Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático; Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático; Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS; Ciências por meio de conteúdos de CTS; Ciências com conteúdo de CTS.

Vários são os pesquisadores brasileiros que vêm desenvolvendo trabalhos sobre a temática CTS no ensino de química, utilizando-se de materiais didáticos, como Nunes (2014), com “Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases”; Budel (2016), com “Ensino de química para a educação de jovens e adultos buscando uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade”; e Costa, Costa e Silva (2021), com “Tratando a água”: Um jogo didático para o ensino de química com enfoque na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS”.

## Metodologia

Os participantes envolvidos nesta fase da pesquisa foram 7 discentes do ensino superior. Os discentes participantes são estudantes do curso de licenciatura em Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), campus central, Mossoró/RN.

O número de sujeitos para esta pesquisa se justifica pelo fato de ser uma amostragem representativa em relação ao universo de estudantes do curso de Química da UERN. De modo que 7 participantes representam aproximadamente 78% do total de alunos matriculados nas turmas de 5º, 6º, 7º e 8º período que cursaram a disciplina de cinética química, considerando que esse era um dos principais pré-requisitos. Além disso, a pesquisa possui caráter qualitativo e não pretende fazer generalizações, mas sim compreender a realidade em termos de concepções do grupo estudado.

Os participantes foram escolhidos de forma aleatória, sem considerar características como tamanho, faixa etária, sexo, cor/raça e etnia, orientação sexual e identidade de gênero, classes e grupos sociais, pois esses fatores não eram exigidos pelo objeto de estudo da pesquisa.

Os discentes atenderam a alguns critérios de inclusão, como: ser aluno do curso de química da UERN, ter cursado a disciplina de cinética química, sendo esta uma disciplina obrigatória, e apresentar disponibilidade para participação nas atividades que seriam desenvolvidas.

O instrumento de coleta de dados utilizado para entender a concepção dos estudantes sobre cinética química e a abordagem CTS foi uma entrevista de sondagem, que envolveu questões sobre o ensino, aprendizagem, aspectos sociais e tecnológicos sobre a temática “Cinética química” e a “abordagem CTS”. Entretanto, nesse trabalho, serão discutidas apenas as questões que estão voltadas para a relação entre a abordagem CTS e a cinética química.

A entrevista elaborada se apresenta como uma entrevista semiestruturada, na qual contém perguntas abertas e os entrevistados tinham liberdade para expressar suas opiniões quanto à temática, sem necessariamente se prenderem às perguntas que foram concebidas *a priori* pelo entrevistador (Minayo, 2010).

Os resultados obtidos na entrevista foram analisados segundo a análise de conteúdo de Bardin (2011). A análise de conteúdo se caracteriza como um método de análise, de caráter qualitativo e quantitativo, que é composta por três partes principais: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento e interpretação dos resultados obtidos.

## Resultados e análise

Serão apresentadas as perguntas pertencentes à entrevista de sondagem e as respectivas categorias que compõem cada uma das perguntas. Algumas dessas categorias foram definidas *a priori*, enquanto outras foram definidas *a posteriori*.

No Quadro 1, está sendo apresentada a categorização da primeira pergunta da entrevista de sondagem.

**Quadro 1.** *Categorização da 1ª pergunta da entrevista de sondagem*

Pergunta 1: Como você enxerga a importância da contextualização dos conteúdos científicos?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
A contextualização no ensino	Auxilia na compreensão de fenômenos do dia a dia	Palavras (Verbos): Palavras que abordam sobre a importância da contextualização, para os processos de ensino e aprendizagem.	4
	Auxilia no entendimento de assuntos que são considerados de difícil compreensão		2

Fonte: elaboração própria em 2021.

O Quadro 1 aborda a importância da contextualização dos conteúdos científicos. Diante desse questionamento, os discentes são unânimes em dizer que a contextualização é positiva para os processos de ensino e aprendizagem, sendo capaz de auxiliar no entendimento de conteúdos científicos considerados difíceis e contribuir para o entendimento de fenômenos cotidianos, fazendo-os compreender e perceber que os conteúdos científicos transcendem os muros da escola.

A contextualização se apresenta como um meio significativo para colaborar na construção de uma aprendizagem potencialmente significativa, tendo em vista que discute fatos e fenômenos do cotidiano e permite que os estudantes compreendam os assuntos ali trabalhados. Além de ajudar no acesso às informações, promove a formação de um cidadão crítico e reflexivo, capaz de agir de maneira consciente no meio em que está inserido (Altoé, 2014).

Assim, Almeida et al. (2008) reafirmam a importância de um ensino contextualizado, em que os conteúdos científicos sejam relacionados com situações vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano, buscando desenvolver o senso crítico desses estudantes e contribuir na formação cidadã destes.

E agora, voltando-se para a contextualização no ensino de ciências, essa seria importante para o aprimoramento e desenvolvimento das aulas, tendo em vista que pode provocar a reflexão nos alunos, fazendo-os desacreditar de algumas opiniões equivocadas sobre a natureza da ciência e compreender que esta não é algo pronto, acabado e que não passa por modificações e evoluções de seus conceitos (Órfão & Alvim, 2022).

O quadro 2 aborda as categorias pertencentes a 2ª pergunta da entrevista.

Quadro 2. Categorização da 2ª pergunta da entrevista de sondagem

Pergunta 2: Você já teve algum contato com a abordagem CTS? Se SIM, de que maneira?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Residência Pedagógica	Oficinas formativas		3
FANÁTICOS da Química	Construção de roteiros teatrais	Palavras (Substantivos e Verbos): Palavras que abordam a maneira como os estudantes tiveram contato com a abordagem CTS.	1
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)	Oficinas formativas		1
Disciplinas curriculares	Oficinas formativas		1
Outros espaços	Pesquisas bibliográficas		1

Fonte: elaboração própria em 2021.

Ao observar o Quadro 2, é perceptível a presença dos programas formativos, sejam eles da área de ensino, pesquisa ou extensão, como um espaço que possibilita a discussão de temáticas que são de extrema importância para a formação do discente enquanto futuro professor.

Dentre as 5 categorias criadas, 3 delas dizem respeito a programas formativos, sendo eles: o Residência Pedagógica (Ensino), FANÁTICOS da Química (Extensão) e PIBID (Ensino). A atividade que mais se destacou foi a oficina formativa, desenvolvida nos programas citados anteriormente.

De acordo com Freitas, Freitas e Almeida (2020), a participação dos discentes em programas formativos contribui na construção de conhecimento que serão utilizados em atividades futuras. Esses programas funcionam como um objeto norteador que orienta os discentes quanto às suas práticas.

Outro ponto que merece bastante destaque é o contato que os estudantes tiveram com a abordagem CTS na formação inicial. Isso se apresenta como um ponto positivo, tendo em vista que eles podem inserir essa perspectiva em suas práticas pedagógicas.

Assim, Souza (2012) lança uma crítica à formação tradicional dos docentes, na qual afirma que esta não permite um ensino que envolva uma relação entre aspectos teórico-práticos e interações com a ciência, tecnologia e sociedade. Portanto, faz-se necessário pensar em novos caminhos que consigam abordar diferentes perspectivas e metodologias que venham ao encontro das verdadeiras necessidades educacionais e sociais e que façam parte do contexto atual.

O Quadro 3 aborda as categorias pertencentes a 3ª pergunta da entrevista.

Quadro 3. Categorização da 3ª pergunta da entrevista de sondagem

Pergunta 3: Se a resposta anterior for afirmativa, optaria por inserir em sua prática docente essa perspectiva? Por quê?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
CTS e o estudante	Motivação		1
	Protagonismo	Palavras (Substantivos e Verbos): Palavras que justificam o uso da perspectiva CTS, na prática docente.	3
	Pensamento crítico		2
CTS e o conteúdo	Contextualização dos conteúdos científicos		2
	Natureza da ciência		0

Fonte: elaboração própria em 2021.

Ao analisar o Quadro 3, encontramos respostas positivas perante a utilização da perspectiva CTS no ensino. Todos os participantes da pesquisa responderam de forma afirmativa sobre a inserção da abordagem CTS em sua prática docente. Eles citaram algumas justificativas sobre o porquê dessa escolha, sendo visível nas categorias e subcategorias expostas no Quadro 3.

As justificativas apresentadas pelos discentes dividiram-se em duas categorias: *CTS e o estudante* e *CTS e o conteúdo*. Alguns pontos apresentados possuíam relação direta com o sujeito “aluno”, enquanto outros possuíam relação direta com os conteúdos científicos, e esses pontos correspondem aos objetivos determinados pela abordagem CTS.

A primeira categoria, *CTS e o estudante*, apresenta subcategorias voltadas para os benefícios trazidos pela inserção da abordagem CTS nos processos de ensino e aprendizagem. A perspectiva CTS, quando empregada no ensino das ciências naturais, consegue promover a alfabetização científica, motivar os alunos perante os conteúdos estudados, contribuir para a formação cidadã dos sujeitos e desenvolver o protagonismo dos estudantes.

Conforme apontam Zils e Bertoni (2021), a implementação da abordagem CTS, junto às mais diversas estratégias didáticas, faz com que os professores consigam motivar e incentivar seus alunos na busca pelo entendimento do contexto em que estão introduzidos e as problemáticas que os envolvem, a fim de formar sujeitos ativos.

Diante disso, existe a necessidade de encontrar currículos que trabalhem com a abordagem CTS, a fim de fazer com que os estudantes compreendam a verdadeira e mais adequada visão da ciência e todos os outros conceitos que estão envolvidos, além de trabalhar o desenvolvimento do senso crítico dos sujeitos, para que assim possam atuar de maneira responsável na sociedade (Ferst, 2013).

A segunda categoria diz respeito à abordagem CTS e os conteúdos científicos. De acordo com Lima e Martins (2013), a abordagem CTS orienta os currículos, proporcionando a contextualização dos conteúdos curriculares e promovendo a interdisciplinaridade. Alguns dos objetivos da abordagem CTS seria a formação cidadã, onde contribui para a tomada de decisões, e o desenvolvimento do raciocínio moral e ético perante a ciência.

Um ponto que merece destaque no Quadro 3 é sobre a ausência de frequência na subcategoria que aborda sobre a discussão da natureza da ciência, tendo em vista que esse é um dos principais objetivos da abordagem CTS, a qual busca trabalhar conceitos sobre a natureza da ciência a fim de apresentar uma visão mais adequada e verdadeira. Esse objetivo não foi claramente perceptível no discurso dos participantes.

○ Quadro 4 aborda as categorias pertencentes a 4ª pergunta da entrevista.

Quadro 4. Categorização da 4ª pergunta da entrevista de sondagem

Pergunta 4: Você acredita na possibilidade de uma formação cidadã, a partir da discussão dos conteúdos científicos?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Formação cidadã	Alfabetização científica	Palavras (Substantivos e Verbos): Palavras que citavam perspectivas e possibilidades de uma formação cidadã a partir da discussão de conteúdos científicos.	1
	Perspectiva CTS		1

Fonte: elaboração própria em 2021.

Ao se atentar para o Quadro 4, percebe-se que tem apenas uma categoria *Formação cidadã* e duas subcategorias *Alfabetização científica* e *Perspectiva CTS*. Ao analisar a frequência de cada categoria, nota-se que existem apenas duas frequências e que estas não correspondem à quantidade de participantes. Isso aconteceu devido muitos dos participantes limitaram-se a responder apenas “Sim” ou “Acredito”, sem apresentar uma justificativa, apesar do pesquisador tendo buscado essa justificativa por meio de questionamentos que iam além da pergunta.

Então, as duas subcategorias foram criadas a partir da resposta de dois participantes, em que um falava de forma direta sobre a perspectiva CTS como uma maneira de trabalhar a formação cidadã, por meio da discussão dos conteúdos científicos. Dessa forma, as orientações curriculares para o ensino de ciências, que têm como embasamento a perspectiva CTS, possibilitam uma formação

cidadã crítica e reflexiva frente às inferências e implicações da ciência e tecnologia na sociedade (Firme & Amaral, 2008).

O outro participante destacou em sua resposta a alfabetização científica como um meio de propiciar o desenvolvimento da cidadania dos sujeitos, levando em consideração a discussão dos conteúdos científicos. Sasseron e Carvalho (2016) afirmam que a alfabetização científica desenvolve no sujeito um pensamento lógico, capacitando-o a atuar de maneira crítica perante as situações que permeiam seu cotidiano.

Vizzotto e Pino (2020) acrescentam que as disciplinas presentes nas diferentes estruturas curriculares possuem um papel importante no alcance desse objetivo — a formação de sujeitos críticos — que é proposto pela alfabetização científica.

O Quadro 5 aborda as categorias pertencentes a 5ª pergunta da entrevista.

Quadro 5. Categorização da 5ª pergunta da entrevista de sondagem

Pergunta 5: Você consegue perceber a influência dos conteúdos abordados na disciplina de Cinética Química, perante as questões sociais e tecnológicas? Se sim, de que maneira?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Contextos	Industrial	Palavras (Substantivos e Verbos): Palavras que destacam a influência dos conhecimentos oriundos da cinética química, sobre as questões sociais e tecnológicas.	3
	Computacional		1
	Experimental (Velocidade das reações, uso de catalisadores)		3
	Ambiental (Poluição)		2

Fonte: elaboração própria em 2021.

Ao analisar as respostas dos alunos, foi visível que eles respondiam o questionamento, apresentando contextos e alguns citavam o contexto e especificavam exemplos da aplicação da cinética química dentro dessa área. Os contextos que se destacaram foram o industrial e o experimental, mas também se destaca o ambiental com grande ênfase.

De acordo com Klinger e Bariccatti (2007), a cinética química estuda a velocidade das reações, e estas estão presentes de maneira bem intensa no dia a dia dos estudantes, podendo acontecer de maneira lenta, moderada, rápida ou instantânea. O estudo da velocidade das reações é importante e tem grande influência na área industrial, proporcionando uma exatidão em relação a uma produção exequível e com menor custo.

Ao abordar sobre a presença da cinética química no contexto experimental, os alunos discutem sobre a velocidade das reações e o uso de catalisadores. Assim, entende-se que a cinética química busca estudar a velocidade das reações e os fatores que a influenciam, como por exemplo a concentração dos reagentes, estado físico desses reagentes, pH, temperatura e o uso ou ausência de catalisadores na reação (Ferreira et al., 2014).

Além disso, a cinética química também está presente na área ambiental, tendo em vista que se configura como um campo de estudo que busca a minimização de problemas ambientais como a questão da poluição originada pelos lixões (Costa, 2014). A produção desordenada e o acúmulo de lixo em espaços abertos são um problema bastante recorrente e estão relacionados com o surgimento de tantas outras contrariedades, como a proliferação de doenças, contaminação de água e solos por meio do chorume, enchentes, mau cheiro e o aumento no número de incêndios, devidos aos gases liberados pela decomposição do lixo.

Jesus, Barbosa e Moreira (2022), em seu trabalho intitulado “Ensino por investigação: contribuições de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem de Cinética Química”, trazem propostas de experimentação que discutem sobre a velocidade das reações químicas e os fatores que interferem nesse processo, como os citados anteriormente.

O Quadro 6 aborda as categorias pertencentes a 6ª pergunta da entrevista.

**Quadro 6. Categorização da 6ª pergunta da entrevista de sondagem**

Pergunta 6: Quais os âmbitos da sociedade que a cinética mais impacta?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Âmbitos da sociedade	Tecnológico		2
	Industrial	Palavras (Substantivos):	3
	Ambiental	Palavras que destacam âmbitos da sociedade.	2
	Científico		1

Fonte: elaboração própria em 2021.

Ao fazer uma análise das respostas dos alunos ao 6º questionamento, percebe-se que estes acabaram citando os mesmos âmbitos da 5ª pergunta, com exceção dos âmbitos tecnológico e científico, que possuem uma similaridade com o experimental. Então, fica claro que os discentes compreendem a inserção da cinética química em muitas áreas da sociedade, sendo mais visível na área industrial.

O estudo da cinética química proporciona o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de trabalhar de forma mais efetiva na produção de produtos químicos, que são considerados de grande interesse pela sociedade. Assim, os químicos são profissionais importantes para o estudo de fenômenos naturais (Santos et al., 2016).

Como exemplo, pode-se citar o caso da descoberta do processo de Haber-Bosch, considerado um avanço para a indústria química. Este processo consiste na produção de

produtos químicos nitrogenados e tem contribuído de maneira significativa para o ramo da agricultura na produção de fertilizantes, tendo em vista que as plantações necessitam de uma quantidade considerável de nitrogênio (Santos et al., 2016).

A cinética química está presente em diversos fenômenos do cotidiano, como por exemplo, no crescimento das plantas, no cozimento e conservação dos alimentos, como também no uso de tintas que retardam o enferrujamento de portões fabricados com ferro. Diversos estudos na área da cinética têm contribuído de significativamente para a produção de catalisadores, que ajudam diretamente no desenvolvimento da indústria química, impactando na diminuição da fome no mundo e na produção de novos medicamentos e combustíveis (Batista & Gomes, 2020).

O Quadro 7 aborda as categorias pertencentes a 7ª pergunta da entrevista.

**Quadro 7. Categorização da 7ª pergunta da entrevista de sondagem**

Pergunta 7: Você consegue compreender aplicações tecnológicas oriundas dos conhecimentos da cinética? Cite exemplos.			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Aplicações tecnológicas	Processamento de dados mais rápidos		1
	O uso de catalisadores na indústria	Palavras (Substantivos): Palavras que citam tecnologias que usam conhecimentos da cinética química, em seu funcionamento e produção.	2
	Celulares		1
	Pilhas		1
	Indústria alimentícia		1
Armas químicas e biológicas	0		

Fonte: elaboração própria em 2021.

Várias foram as aplicações tecnológicas citadas pelos discentes, que demonstram o entendimento destes sobre a importância da cinética química no desenvolvimento de novas tecnologias, beneficiando o progresso de diversas áreas da sociedade. Sendo assim, é notória a presença da cinética química no contexto do dia a dia, e o entendimento dos

conteúdos químicos favorece a compreensão desses fenômenos (Mesquita, 2023).

Contudo, é interessante perceber que os discentes possuem uma visão positiva da ciência, tendo em vista que só apontam tecnologias que trazem benefícios para a sociedade, esquecendo de mencionar aplicações tecnológicas que apresentam grande

risco social, como as armas químicas e biológicas. Ao abordar sobre o uso de catalisadores nas indústrias, os entrevistados citam apenas indústrias alimentícias e farmacêuticas, além de apontar o tratamento de problemas ambientais de diferentes naturezas.

A revista *Superinteressante*, publicada em 1989, traz em seu conteúdo uma notícia que aborda o uso da química na produção de armas químicas e biológicas, que foram utilizadas na Primeira Guerra Mundial (1914-1918) (Cardoso, 1989). O cientista Fritz Haber utilizou gás cloro a fim de fazer com que a tropa inimiga saísse das trincheiras e aceitasse o desafio de lutar a céu aberto. É interessante a frase destacada na manchete da notícia: “A serviço do mal - a mesma ciência que inventou os inseticidas produz uma praga terrível: as armas químicas” (Cardoso, 1989, p. 57).

A indústria química depende do desenvolvimento e existência dos diversos catalisadores, pois sem eles seria quase impossível ou significativamente dificultada a produção de fertilizantes em grande escala. Estes são utilizados em plantações para a produção de alimentos e na produção de polímeros que são aproveitados na fabricação de inumeráveis objetos (Atkins et al., 2018).

Como exemplo do uso de catalisadores na área industrial, tem-se os conversores catalíticos presentes em automóveis, que utilizam catalisadores a fim de garantir uma combustão do combustível mais rápida e completa, que não conseguiu ser queimado nos cilindros (Atkins et al., 2018).

Outro exemplo de aplicação tecnológica que se utiliza de conhecimentos da cinética química é o caso das incubadoras que abrigam bebês que nascem de forma prematura, os quais necessitam de cuidados especiais. Levando em consideração que a concentração de reagentes é um dos fatores que influenciam na velocidade das reações, a incubadora consegue controlar a quantidade de oxigênio que é fornecido à criança. Assim, as reações de oxigenação que acontecem em seu corpo são aceleradas, resultando em um gasto energético menor (Santos et al., 2016).

Conforme citam Santos e Mortimer (2000) a tecnologia está diretamente ligada ao conhecimento científico, provocando uma inseparável ligação entre os conceitos.

○ Quadro 8 aborda as categorias pertencentes a 8ª pergunta da entrevista.

**Quadro 8. Categorização da 8ª pergunta da entrevista de sondagem**

Pergunta 8: Quais os impactos sociais originados pela cinética?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Impactos sociais	Rapidez em alguns processos	Palavras (Verbos): Palavras que destacam impactos sociais ocasionados pela cinética química.	1
	Produção da bomba atômica		1
	Desenvolvimento tecnológico		1
	Resolução de problemas ambientais		1
	Desenvolvimento de tecnologias		1

Fonte: elaboração própria em 2021.

Mais uma vez, é notória a visão positivista que os discentes têm sobre a ciência, levando em consideração que a maioria dos pontos apresentados por eles diz respeito a aspectos positivos relacionados ao impacto da cinética química sobre a sociedade. Esse resultado pode ser fruto de algumas lacunas existentes nos processos de ensino e aprendizagem, quanto à natureza da ciência e tecnologia.

Parece ser perceptível que os estudantes participantes da pesquisa aqui destacada apresentam afirmações características do modelo de decisões tecnocráticas, acreditando que as melhorias na qualidade de vida são oriundas do desenvolvimento da ciência e tecnologia. Essa característica também é

perceptível na pesquisa desenvolvida por Nunes (2014), onde os discentes participantes da pesquisa possuem uma visão neutra da ciência e baseiam suas respostas no modelo de decisões tecnocráticas.

Com isso, Delabio, Cedran, Mori e Kiouranis (2021) discutem sobre a importância da divulgação científica (DC) a fim de desmitificar algumas visões equivocadas a respeito da ciência, e enfatizar a ideia de que esta é fruto de um processo histórico e cultural. Contudo, é necessário se ter o cuidado sobre as DC, pois estas podem gerar efeitos indesejados como o de dificultar o acesso ao conhecimento.

O Quadro 9 aborda as categorias pertencentes a 9ª pergunta da entrevista.

Quadro 9. *Categorização da 9ª pergunta da entrevista de sondagem*

Pergunta 9: De que forma e em que espaços esses conhecimentos foram construídos?			
Categoria(s)	Subcategoria(s)	Unidade de Registro	Frequência
Programas formativos	Oficinas formativas	Palavras (Substantivos e Verbos): Palavras que citam espaços e métodos para a construção dos conhecimentos discutidos na entrevista.	4
	Aulas tradicionais		4
Disciplinas curriculares – cinética química	Práticas pedagógicas - PP		2

Fonte: elaboração própria em 2021.

A 9ª pergunta buscava investigar os ambientes e maneiras pelos quais os discentes construíram os conhecimentos discutidos durante a realização da entrevista. O resultado obtido corrobora com o que foi abordado na 2ª pergunta, no Quadro 2. Os programas formativos se configuram como espaços propícios para a discussão de temas pertinentes à formação profissional de futuros professores.

A disciplina de cinética química, cursada por estes estudantes, ajudou de maneira significativa na construção do conhecimento voltado para a cinética química, por meio de aulas expositivas, aulas experimentais, realização e a apresentação de práticas pedagógicas, além do estudo individual por meio de livros, artigos e sites de pesquisa.

## Conclusões

Por meio da análise da entrevista, foi possível fazer inferências sobre a concepção dos licenciandos de química da UERN, campus central, sobre os processos de ensino e aprendizagem relativos à cinética química e sua relação com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Os discentes participantes da pesquisa, eram alunos que estavam no 8º período do curso de Química, ou seja, na reta final da graduação. Todos eles cursaram apenas uma vez a disciplina de cinética química e foram aprovados. É interessante destacar que todos eles participavam de programas formativos, como Residência pedagógica, PIBID, PIBIC, PIBIT, entre outros.

A contextualização foi vista pelos estudantes como uma maneira de auxiliar na compreensão de fenômenos que acontecem no dia a dia e de contribuir para a compreensão de alguns conteúdos que são considerados difíceis; por isso é vista como algo extremamente importante e que deveria ser inserido na prática docente, na tentativa de favorecer os processos de ensino e aprendizagem. Notamos aqui uma limitação, na qual a contextualização está condicionada a algum tipo de motivação extrínseca, sem possuir um valor em intrínseco, e limitada nas possibilidades de compreensão do contexto da ciência e da tecnologia como importantes na formação cidadã.

Em relação à abordagem CTS, todos os alunos participantes já tinham tido algum contato com a perspectiva, sendo que o primeiro contato aconteceu, na maioria de vezes, por meio de oficinas, realizadas pelos programas formativos. Com isso, como conhecedores da abordagem CTS, todos eles afirmam inserir a perspectiva CTS em sua prática docente, reconhecendo a importância dessa abordagem para o ensino das ciências e a formação do sujeito: promovendo o protagonismo estudantil, o pensamento crítico, a contextualização dos conteúdos científicos e uma formação cidadã. Nesse aspecto, percebe-se ainda uma compreensão limitada das relações CTS no ensino de química, onde a motivação e o protagonismo estudantil aparecem como elemento central, com pouco destaque para a formação cidadã e a tomada de decisão, questões mais centrais para os estudos nesse campo.

Perante a cinética química e a sua relação com o contexto social e tecnológico, os discentes discutem sobre a inserção da cinética em diferentes contextos que circundam a sociedade, destacando-se o industrial, o experimental (com ênfase no uso de catalisadores) e o ambiental. Ao abordar sobre as aplicações tecnológicas nas quais a cinética contribui para o desenvolvimento, os discentes discutem vários exemplos. Contudo, os exemplos apresentados por eles referem-se apenas a aplicações tecnológicas que, de alguma maneira, são benéficas para a sociedade, omitindo tecnologias que provocam malefícios, como o caso das armas químicas e biológicas. Isso mostra que os discentes possuem uma visão neutra e positivista perante a ciência e as tecnologias, caracterizando-se como pensamentos voltados para o modelo de decisões tecnocráticas e visões salvacionistas da ciência e tecnologia.

Diante de tais constatações, percebe-se que apesar de possuírem um contato com o campo de estudos CTS, este ainda se apresenta como inicial. Torna-se necessário problematizar a formação dos licenciandos em química na referida instituição, principalmente no tocante a desconstruir a ideia de neutralidade e salvacionismo científico, o que pode ser fruto de novas investigações com proposição de materiais didáticos, ementas e cursos de formação continuada.'

## Referências bibliográficas

- Aikenhead, G. S. (1994). Consequences to learning science through sts: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 169-186). Teachers College Press.
- Almeida, E. C. S de., et al. (2008) Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. In *xvi Encontro Nacional de Ensino de Química* e *x Encontro de Educação Química da Bahia, Salvador, BA, Brasil-17 a*, (20).
- Altoé, R. O. (2014). A contextualização no ensino de matemática na EJA: Contribuições para um aprendizado significativo e prática social. In *Anais do vi Seminário da Licenciatura em Matemática* (pp. 9-17). Cachoeiro de Itapemirim, ES, Brasil.
- Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (2018). *Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. (7ª ed.). Bookman.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Batista, J. de S., & Gomes, M. das G. (2020). Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, (11), 79-94.
- Cardoso, F. (1989). A serviço do mal. *Revista Superinteressante*, (21), 57-60.
- Costa, S. E. L. (2014). *Aplicação da cinética química no lixo orgânico*. Monografia (Especialização – Ensino de Ciências), Universidade Federal de Minas Gerais, Sete Lagoas.
- Costa, W. G. D. C., Silva, M. R. A. D., & Silva, L. C. D. (2021). “Tratando a água”: Um jogo didático para o ensino de química com enfoque na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade-CTS. *Research, Society and Development*, 10(4), e35210414237.
- Delabio, F., Cedran, D. P., Mori, L., & Kioranis, N. M. M. (2021). Divulgação científica e percepção pública de brasileiros (as) sobre ciência e tecnologia. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 4(3), 273-290.
- Ferreira, I. E. P., Trinca, L. A., & Ferreira, C. P. (2014). Delineamentos experimentais eficientes para estudos de cinética química. *Química Nova*, (37), 589-596.
- Ferst, E. M. (2013). A abordagem CTS no ensino de Ciências Naturais: possibilidades de inserção nos anos iniciais do ensino fundamental. *EDUCamazônia*, (11), 276-299.
- Firme, R. do N., & Amaral, E. M. R. do. (2008). Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *Ciência & Educação (Bauru)*, (14), 251-269.
- Freitas, M. C. de, Freitas, B. M. de, & Almeida, D. M. (2020). Residência pedagógica e sua contribuição na formação docente. *Ensino em Perspectivas*, (1), 1-12.
- Jesus, W. O. D., Barbosa, M. L. D. O., & Moreira, D. A. (2022). Ensino por investigação: contribuições de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem de Cinética Química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 17(1), 383-395.
- Klinger, M. A., & Bariccatti, R. (2007). Práticas pedagógicas em cinética química. *Dia a Dia Educação*, 1-17.
- Lima, A., & Martins, I. (2013). As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências.

In *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. (pp. 1-8). Águas de Lindóia, São Paulo.

Martorano, S. A. D. A., do Carmo, M. P., & Marcondes, M. E. R. (2014). A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 9, 19-35.

Mesquita, J. (2023). *Sequência didática sobre cinética química: o uso de metodologias ativas como proposta pedagógica para o ensino de Química*. Dissertação (Mestrado em Ensino para a Educação Básica), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ministério da Educação — MEC. (2002). *PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Autor.

Ministério da Educação — MEC. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Recuperado de: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf).

Nunes, A. O. (2014). *Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases*. Tese (Doutorado em química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Órfão, L. G., & Alvim, M. H. (2022). Análise da perspectiva sobre a contextualização no ensino de química e a ruptura com o paradigma positivista. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, 6(1), 39-54.

Pires, E. A. C., Costa, E. P. D. S., & Moreira, A. L. O. R. (2022). Abordagem CTS no ensino de ciências: o que dizem as publicações acadêmicas sobre a formação inicial docente para os anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(2), 176-196.

Santos, R. C. da S. (2017). *Ciência-tecnologia-sociedade: suas interrelações e seu ensino nas concepções de licenciando em química*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Sergipe.

Santos, W. L. P. dos. (2012). Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, (9), 49 – 62.

Santos, W. L. P. dos, Galliazzi, M. C., Souza, M. L., Portugal, S.. (2010). Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “ambientalização” da sala de aulas de Ciências. In W. L. P. dos Santos & O. A. Maldaner (Orgs.). *Ensino de Química em Foco* (pp. 131-157). Editora Unijuí.

Santos, W., & Mól, G. (Coords.). (2016). *Química cidadã*. (3ª ed.). Editora AJS.




Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. Fl. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, (2), 1-23.

- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2016). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, (16), 59-77.
- Souza, F. L. (2012). Uma contribuição teórica da utilização da abordagem CTS no ensino de ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Belém, (9),
- Vizzotto, P. A., & Pino, J. C. D. (2020). O uso do teste de alfabetização científica básica no Brasil: Uma revisão da literatura. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, (22), 11 - 24.
- Zeichner, K. M., & Diniz-Pereira, J. E. (2005). Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. *Cadernos de Pesquisa*, (35), 63 – 80.
- Zils, T. E., & Bertoni, D. (2021). A biotecnologia dos probióticos: uma proposta didática na abordagem CTS para ensino de biologia na EJA. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(3), 488-507.



## Enseñanza, aprendizaje y evaluación de la anatomía macroscópica humana

- Teaching, Learning and Assessment of Human Macroscopic Anatomy
- Ensino, aprendizagem e avaliação da anatomia macroscópica humana

Janneth Rocío Zúñiga-Prado\*   
Sonia Osorio-Toro\*\*   
Luz Edith Pérez-Trejos\*\*\* 

### Forma de citar este artículo:

Zúñiga, J., Osorio, S. y Pérez, L. (2024). Enseñanza, aprendizaje y evaluación de la anatomía macroscópica humana. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 170-188. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19564>

### Resumen

La enseñanza de la anatomía macroscópica humana (AMH) tradicionalmente ha sido relevante para la formación de profesionales de la salud, ya que es una ciencia que permite comprender el funcionamiento del cuerpo humano y, por ende, resulta necesaria para una adecuada práctica clínica. No obstante, los procesos de formación no han contemplado de forma integral la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, lo que dificulta la comprensión de la anatomía y compromete la idoneidad de la formación de los futuros profesionales. Este artículo de investigación describe los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en una asignatura de Anatomía Macroscópica Humana I de un programa académico de Medicina y Cirugía en la Ciudad de Cali, Colombia, desde la perspectiva teórica del conocimiento pedagógico de contenido. Se realizó un estudio de caso de cuatro fases utilizando como técnicas la observación participante, el diario de campo y la entrevista semiestructurada. La población participante incluyó a noventa estudiantes de segundo semestre y dos estudiantes de cuarto semestre del programa académico de Medicina y Cirugía, así como a cuatro profesores del área de AMH. Se encontró que la enseñanza se concibe como la transmisión de conocimiento, mientras que el aprendizaje recae en el estudiante, quien debe comprender de forma autónoma las ideas principales de la AMH. La evaluación se orienta principalmente hacia la calificación. La experiencia docente permitió identificar un desconocimiento de la forma en que los estudiantes aprenden las ideas principales de la AMH y cómo la enseñanza y la evaluación podrían articularse para favorecer dicho aprendizaje.

### Palabras clave

anatomía humana; enseñanza; aprendizaje; evaluación

\* Magíster en Ciencias Biomédicas. Profesora titular del Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [janneth.zuniga@correounivalle.edu.co](mailto:janneth.zuniga@correounivalle.edu.co)

\*\* Doctora en Educación. Profesora asociada del Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [sonia.osorio@correounivalle.edu.co](mailto:sonia.osorio@correounivalle.edu.co)

\*\*\* Magíster en Ciencias Biomédicas. Profesora asistente del Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [luz.perez@correounivalle.edu.co](mailto:luz.perez@correounivalle.edu.co)



## Abstract

The teaching of human macroscopic anatomy (HMA) has traditionally been relevant for the training of health professionals, as it is a science that allows for understanding the functioning of the human body and, therefore, is necessary for adequate clinical practice. However, the training processes have not comprehensively addressed teaching, learning, and assessment, which hinders the understanding of anatomy and compromises the suitability of future health professionals' training. This research article describes the teaching, learning, and assessment processes in a Human Macroscopic Anatomy I course within a Medicine and Surgery program in Cali, Colombia, from the theoretical perspective of pedagogical content knowledge. A four-phase case study was conducted using participant observation, field notes, and semi-structured interviews as techniques. The participants included ninety second-semester students and two fourth-semester students from the Medicine and Surgery academic program, as well as four HMA area professors. It was found that teaching is conceived as the transmission of knowledge, while learning falls on the student, who must autonomously grasp the main ideas of HMA. The assessment is mainly oriented towards grading. The teaching experience revealed a lack of understanding of how students learn the main ideas of HMA and how teaching and assessment could be integrated to support this learning.

## Keywords

human anatomy; teaching; learning; assessment; evaluation

## Resumo

O ensino da anatomia macroscópica humana (AMH) tem sido tradicionalmente relevante para a formação de profissionais de saúde, pois é uma ciência que permite entender o funcionamento do corpo humano e, portanto, é necessária para a prática clínica adequada. No entanto, os processos de formação não têm contemplado de forma integral o ensino, a aprendizagem e a avaliação, o que dificulta a compreensão da anatomia e compromete a adequação da formação de futuros profissionais. Este artigo de pesquisa descreve os processos de ensino, aprendizagem e avaliação em uma disciplina de Anatomia Macroscópica Humana I de um programa acadêmico de Medicina e Cirurgia na cidade de Cali, Colômbia, sob a perspectiva teórica do conhecimento pedagógico do conteúdo. Foi realizado um estudo de caso de quatro fases, utilizando técnicas de observação participante, diário de campo e entrevista semiestruturada. A população participante incluiu noventa estudantes do segundo semestre e dois estudantes do quarto semestre do programa acadêmico de Medicina e Cirurgia, bem como quatro professores da área de AMH. Verificou-se que o ensino é concebido como a transmissão de conhecimento, enquanto a aprendizagem recai sobre o estudante, que deve compreender de forma autônoma as ideias principais da AMH. A avaliação está principalmente orientada para a atribuição de notas. A experiência docente permitiu identificar um desconhecimento sobre como os estudantes aprendem as principais ideias da AMH e como o ensino e a avaliação poderiam ser articulados para promover essa aprendizagem.

## Palavras-chave

anatomia humana; ensino; aprendizagem; avaliação

## Introducción

Tradicionalmente, la enseñanza (E) de la anatomía macroscópica humana (AMH) se ha llevado a cabo mediante clases teóricas, en las que el profesor tiene un papel protagónico al transmitir conocimientos, seguidas de actividades prácticas donde los estudiantes observan las estructuras del cuerpo humano utilizando diferentes modelos anatómicos (Moro *et al.*, 2017; Mitrousias *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2017). El objetivo de la enseñanza es la acumulación de conocimiento (Brustein, 2014); el aprendizaje (A) se considera acumulativo-declarativo, y la evaluación (Ev) se concibe como la constatación objetiva de la memorización de las estructuras mediante una evaluación sumativa centrada en el contenido. Esto pone de manifiesto la necesidad de transformar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en una visión integral que involucre el pensamiento crítico, el aprendizaje profundo, comprensivo y creativo, con una evaluación centrada en el proceso. De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue describir los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en la asignatura del programa académico de Medicina y Cirugía de una universidad pública en la ciudad de Cali, Colombia. Esta descripción permite que los profesores reflexionen sobre los procesos de E-A-Ev y, a su vez, los conciban como procesos integrados.

## Antecedentes

Las investigaciones sobre la E-A-Ev de la AMH han cuestionado la forma más eficiente de enseñar y aprender, por lo que han propuesto estudios en su mayoría de tipo cuantitativo (Yousuf *et al.*, 2020; Fleague *et al.*, 2018; Vitorino *et al.*, 2020; Chirculescu *et al.*, 2007; Osorio *et al.*, 2022), centrados en conocer porcentajes de aprobación, aceptación, satisfacción y diferencias significativas entre las estrategias de enseñanza-aprendizaje (Moro

*et al.*, 2017; Fleague *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2017; Vitorino *et al.*, 2020; Zibis *et al.*, 2021).

La mayoría de las investigaciones se han centrado en comparar las notas obtenidas por los estudiantes al abordar la enseñanza-aprendizaje con diferentes estrategias, y en la mayoría se evidencia una desarticulación entre los procesos de E-A-Ev (Zibis *et al.*, 2021; Moro *et al.*, 2017; Fleague *et al.*, 2018). Esto permite evidenciar un vacío en la comprensión de cómo los estudiantes logran construir conocimiento en esta área y cómo los docentes pueden desarrollar propuestas de E-A-Ev que disminuyan el énfasis transmisionista (Osorio *et al.*, 2022).

## Marco teórico

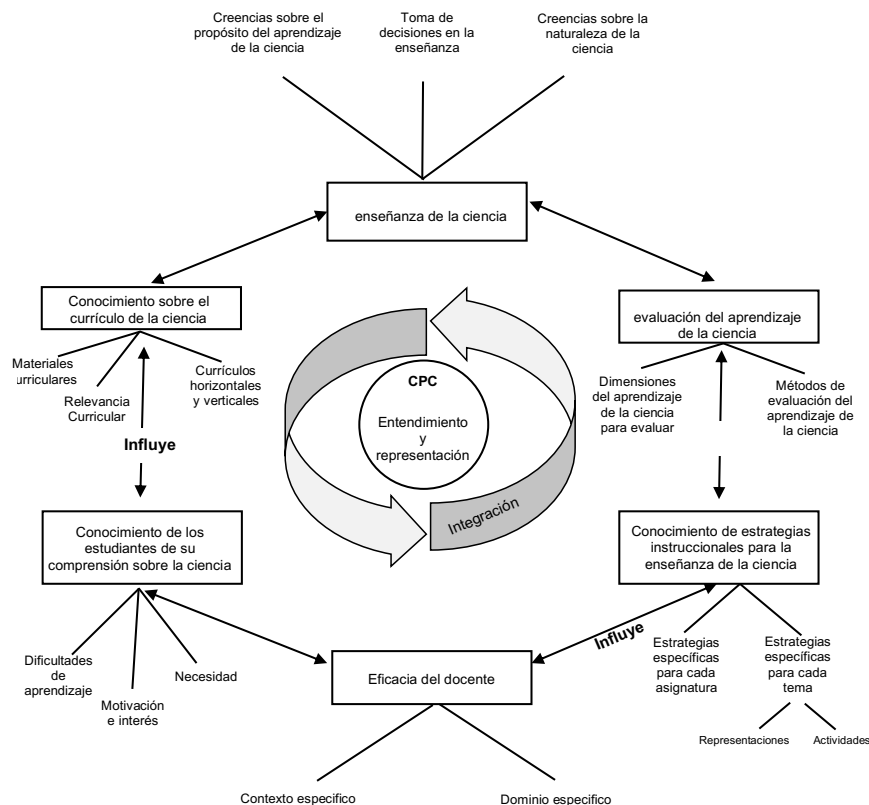
### Conocimiento pedagógico del contenido (PCK)

El PCK reconoce y representa el conocimiento profesional de los profesores, que se distingue de otros profesionales y aumenta con la experiencia en el aula (Shulman, 1987). El PCK no solo se centra en la enseñanza, sino que también incluye el conocimiento específico del área: el docente destaca las ideas más importantes de la clase y presenta el tema de diferentes maneras (mediante analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones) para facilitar la comprensión de sus estudiantes, sin dejar de reconocer sus concepciones previas. La base de conocimientos del profesor comprende siete categorías, dentro de las cuales se encuentra el PCK (Shulman, 1987). Esta ha sido la más estudiada y es considerada un modelo fructífero para la investigación de la enseñanza de las ciencias, la elaboración de currículos y el diseño de propuestas de formación inicial y continua. Este hecho ha dado lugar a varios modelos que representan el desarrollo, la integración y la transformación del PCK (Fernández, 2015).

Park y Oliver (2008) indican que el PCK es influenciado por las preguntas de los estudiantes, el pensamiento crítico, las respuestas verbales y no verbales, y la evidencia del aprendizaje, especialmente la comprensión de las ideas previas de los estudiantes. Por tanto, la capacidad de los profesores para comprender a sus estudiantes es esencial, ya que ellos pueden influir en las prácticas de enseñanza. Es fundamental tener en cuenta el estado cognitivo y afectivo de los estudiantes con respecto al aprendizaje para realizar ajustes a los procedimientos pedagógicos. Estos autores proponen el modelo hexagonal del PCK para la enseñanza de las ciencias. El PCK representa el conocimiento central que influye y a su vez es influenciado por las orientaciones y estrategias instruccionales para la enseñanza, la eficacia del profesor, la evaluación, el currículo y la comprensión de los alumnos (figura 1). Este modelo permite comprender cómo se desarrolla el PCK en la práctica de los profesores, a través de procesos de reflexión en la acción y sobre la acción (Fernández, 2015).

Existen diferentes formas en que se ha documentado e investigado el PCK. En la educación científica, uno de los instrumentos ampliamente utilizados es la representación de contenido (CoRe), un instrumento de investigación que busca acceder al conocimiento del docente sobre la enseñanza de determinados contenidos y permite analizar aspectos particulares del PCK (Fernández, 2015). Este instrumento se utilizó en esta investigación con el fin de conocer la forma en que se enseña, aprende y evalúan las ideas principales de la AMH, desde la perspectiva de los profesores.

Figura 1. Modelo hexagonal del PCK



Fuente: traducido de Park y Oliver (2008, p. 279).

## Anatomía macroscópica humana

La anatomía es el estudio de los cuerpos organizados y contempla la descripción de las estructuras corporales en cuanto a forma, relación y función (Lippert, 1996). Los términos de la anatomía humana se encuentran redactados en latín, idioma utilizado como base para generar los listados en otros idiomas. Adicionalmente, dentro de los principios de esta terminología, se considera que la nomenclatura debe tener un valor informativo y descriptivo (Latarjet, 2013), que incluya las ideas principales de la AMH, tales como posición, dirección, planimetría, términos de relación y comparación.

## Metodología

El presente trabajo se enmarca en el proyecto “Modelos 3D para la enseñanza y aprendizaje de la Anatomía Macroscópica Humana”, avalado por el comité de ética de investigación en salud de la Universidad del Valle (089 023). Se contó con el consentimiento informado de los participantes. Esta investigación es de corte cualitativo, con un enfoque interpretativo y naturalista (Creswell, 2016). Se investigó el fenómeno en su ambiente natural (aula), interpretando las prácticas de E-A-Ev en función de los significados otorgados por: 1) cuatro profesores del área de Anatomía Humana, 2) un grupo de 90 estudiantes de segundo semestre del programa académico de Medicina y Cirugía de la Universidad del Valle, matriculados en la asignatura de Anatomía Macroscópica I, y 3) dos estudiantes de cuarto semestre del mismo programa.

La investigadora principal estableció contacto previo con la población de estudio para

poder estar presente en el lugar observando y preguntando constantemente. El trabajo de campo exigió dedicación de tiempo para lograr una comprensión adecuada de la práctica y sus significados. Durante este se registró cada uno de los acontecimientos de forma constante y sistemática en múltiples fuentes de evidencia como la observación participante, el diario de campo y las entrevistas semiestructuradas. El proceso se desarrolló en 4 etapas:

Etapa 1. Se aplicó una entrevista semiestructurada a la profesora coordinadora del curso de AMH I y a dos estudiantes de cuarto semestre del programa de Medicina y Cirugía que ya habían cursado la asignatura en el año anterior, para conocer las concepciones sobre los procesos de E-A-Ev. Las entrevistas se realizaron mediante la plataforma de videoconferencias Meet y fueron grabadas para retomar la información.

Etapa 2. Observación participante de las clases teóricas y prácticas de la asignatura de AMH I durante 16 semanas.

Etapa 3. Registro de diario de campo basado en una guía de observación que tuvo como función anotar los datos y posibilitar una permanente reflexión sobre cómo aprenden los estudiantes las ideas principales de la AMH y cómo la enseñanza y la evaluación pueden favorecer este proceso.

Etapa 4. Recopilación de material audiovisual de las actividades relacionadas con los procesos de E-A-Ev de la AMH. Se obtuvo material audiovisual de: 1) una clase teórica de AMH I accediendo a una de las clases transmitidas de forma simultánea por videoconferencia Meet, y 2) una clase práctica de la asignatura de AMH I, realizada en el anfiteatro del laboratorio de anatomía (figura 2).

Figura 2. Grabación de clase práctica en el anfiteatro de la Universidad del Valle. Imagen recreada a partir de una fotografía real. En ella se puede observar a la camarógrafa grabando una clase práctica de la asignatura de AMH I, realizada en el anfiteatro



Fuente: elaboración propia.

## Manejo de la información

Se llevó a cabo la sistematización de los diversos materiales obtenidos durante el estudio. Para ello, se organizó el diario de campo en 16 semanas, incluyendo las transcripciones de las entrevistas, grabaciones y conversaciones, así como la descripción detallada de las clases y las fotografías. Posteriormente, se realizó un índice analítico del diario de campo que indicaba la semana, la fecha, el evento, la duración, la actividad de investigación, los datos recolectados y su ubicación.

## Resultados y análisis

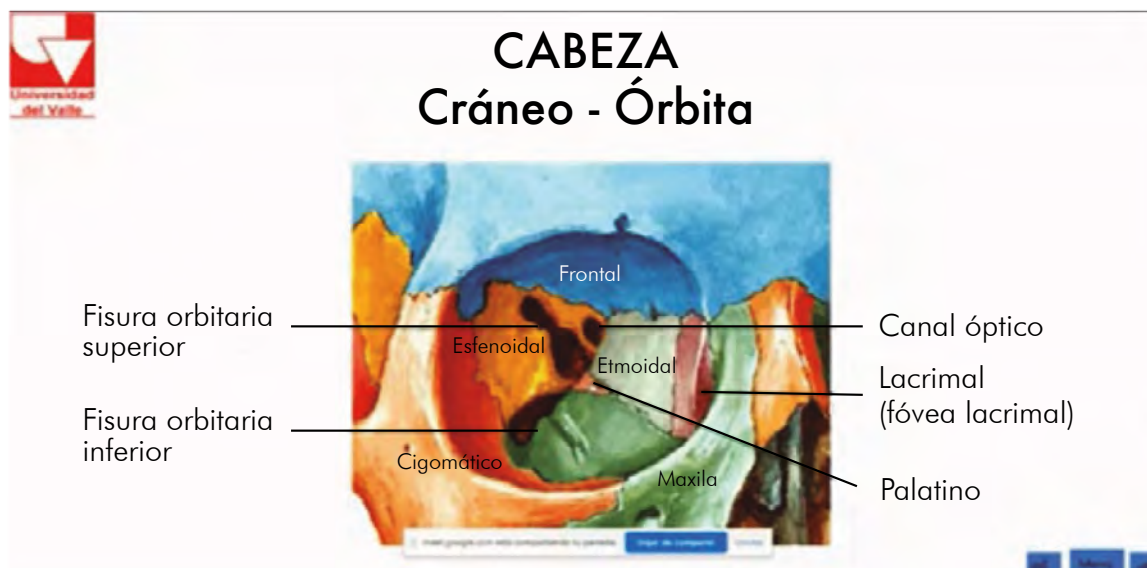
### Enseñanza

La enseñanza de la asignatura de AMH I estuvo a cargo de un grupo de 6 profesores, compuesto por 3 mujeres y 3 hombres, con formación profesional en áreas de la salud y estudios de posgrado en Ciencias Biomédicas con énfasis en AMH. Los docentes concebían la enseñanza como la transmisión de conocimiento de temas organizados por regiones según el programa del curso.

Cada tema se abordaba mediante una clase teórica de dos horas de duración, y su planificación estaba a cargo de la profesora coordinadora del curso. Estas clases estaban dirigidas a un grupo de entre 90 y 100 estudiantes. Durante la clase, el profesor asumía un papel central en el aula, esperando que los estudiantes hubieran leído previamente el tema para resolver dudas y mejorar su comprensión en clase.

Como recurso pedagógico, se utilizaban diapositivas proyectadas en un telón mediante un *video beam*. Estas presentaciones incluían imágenes de las estructuras anatómicas, la mayoría tomadas del *Atlas de anatomía* de Netter (2018). Las imágenes representaban diferentes estructuras en diferentes cortes, vistas y ampliaciones, acompañadas de letreros que indicaban sus nombres y diferenciadas por colores (figura 3).

Figura 3. Diapositivas utilizadas en clase. Imagen tomada de las diapositivas utilizadas por la profesora coordinadora en la clase de anatomía de cráneo



Fuente: elaboración propia.

En las clases, la profesora preguntaba a los estudiantes si tenían dudas o los alentaba a hacer comentarios o preguntas; sin embargo, los estudiantes permanecían callados la mayor parte del tiempo. La figura 4 recrea una clase teórica convencional, donde se puede observar el aula con varios estudiantes mientras la profesora se ubica frente a

ellos, proyectando imágenes de estructuras anatómicas y explicando su forma, ubicación, relación y función. Los estudiantes se encuentran en sus sillas individuales escuchando el discurso; sin embargo, la voz de la profesora no tiene la intensidad suficiente para llegar a toda el aula, lo que dificulta la concentración de los estudiantes.

Figura 4. Clase teórica de AMH I. Dibujo elaborado en el programa Photoshop, recreado a partir de una fotografía real. Muestra una clase teórica de AMH I



Fuente: elaboración propia.

Después de la clase teórica, se realiza una práctica en el anfiteatro. Este espacio es amplio, iluminado, ventilado y requiere del uso de elementos de protección personal. Cuenta con 20 mesas en las que reposa un cadáver en estado de conservación y contenedores con órganos, segmentos y regiones anatómicas aisladas. Los estudiantes, haciendo uso de estos elementos, deben identificar y diferenciar las estructuras anatómicas abordadas en la clase teórica previa. Los estudiantes son divididos en dos grupos de aproximadamente 50 estudiantes, utilizan una guía de estudio y están acompañados por tres profesores, dos asistentes de docencia y 2 monitores. Cada grupo se divide a su vez en subgrupos de 2 o 4 estudiantes por mesa para que puedan recibir asesoría de alguno de los docentes o monitores de forma personalizada.

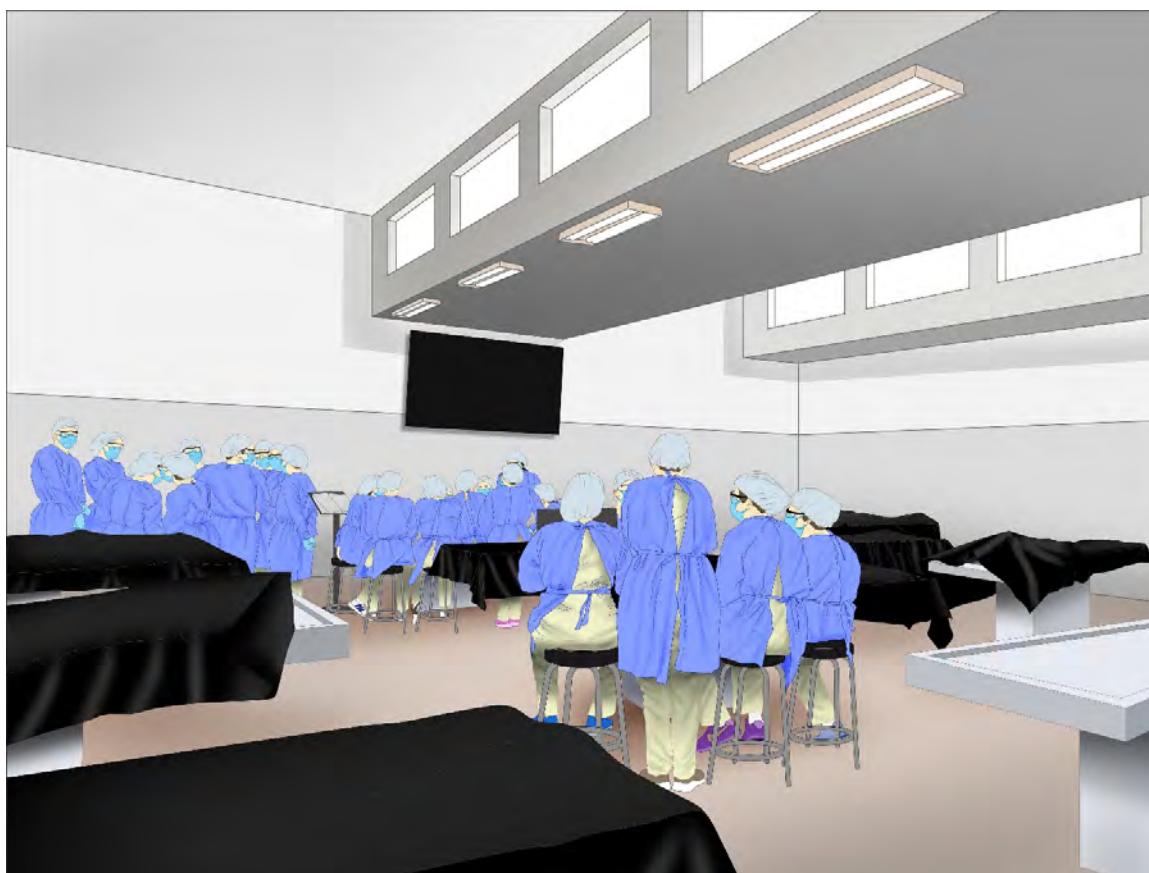
Los profesores tienen diferentes enfoques durante la clase práctica. Algunos explican nuevamente las estructuras utilizando la pieza anatómica cadavérica en estado de conservación, mientras que otros permiten que los estudiantes consulten las guías de estudio e intenten ubicar las estructuras anatómicas y aclaren sus dudas. Es importante mencionar que los cadáveres, órganos y segmentos anatómicos presentan diferencias en cuanto al tamaño, conservación, técnica de disección y deterioro de los tejidos, lo cual difiere del material expuesto en la clase teórica.

Estas guías fueron elaboradas por una profesora jubilada con más de 30 años de experiencia en el Departamento de Morfología. Dichas guías se centran en la identificación de estructuras anatómicas, proporcionan una breve introducción al tema e indican la posición en la que se debe ubicar el cadáver, así como un paso a paso de las estructuras que se pueden observar en las diferentes regiones y las relaciones anatómicas descritas que se deben seguir. Estas guías no plantean

preguntas, ni utilizan fotografías, esquemas o figuras.

Los estudiantes tienden a ubicarse en grupos de seis o diez integrantes en las mesas (figura 5); sin embargo, dependiendo de la región anatómica, es difícil que un grupo de más de cuatro estudiantes pueda observar las estructuras. Los estudiantes prefieren que el profesor dé su discurso sobre la forma, ubicación, relación y función de las estructuras mostrándolas en el material cadavérico.

*Figura 5. Clase práctica en anfiteatro. Dibujo elaborado en el programa Photoshop, recreado a partir de una fotografía real. Muestra una clase práctica de anfiteatro*



Fuente: elaboración propia.

Lo anterior se debe a que los estudiantes refieren dificultad para identificar y diferenciar estructuras anatómicas en el cadáver por su cuenta. En este sentido, el *Atlas de anatomía*

humana, el estudio independiente, la guía de estudio y la clase teórica que conforman el proceso de enseñanza no son suficientes para el aprendizaje.

Las entrevistas realizadas a la profesora coordinadora del curso y a los dos estudiantes permitieron identificar la concepción que tienen sobre la enseñanza de la AMH.

Las personas entrevistadas consideraban que la enseñanza debe centrarse en la transmisión de información, razón por la que el profesor debe ser el protagonista en la clase. Además, consideran que para trabajar como profesor de la asignatura es fundamental tener formación específica en el área, a pesar de no contar con formación pedagógica, como se evidencia a continuación:

Considero que enseñar es *transmitir un conocimiento* de la manera más agradable posible [...]. Estudié la Maestría en Anatomía Macroscópica Humana. Lo hice para complementar mi especialidad. Yo no pensaba en ser profesora; sin embargo, cuando iba finalizando la maestría me dieron la oportunidad de enseñar. Quedé atrapada totalmente. La docencia se convirtió en una actividad que podía hacer por gusto. A lo largo del tiempo me he ido dando cuenta que he cometido un millón de errores en la docencia y he visto también cómo he evolucionado en el proceso. Cuando miro hacia atrás, la profesora que era antes es otra. Antes, para mí enseñar era transmitir una información. Yo me estudiaba la clase, la preparaba, daba mi discurso. Esto ha cambiado mucho. Esto me lo han enseñado los estudiantes, porque hay muchos de ellos que quieren participar, se permite que ellos hablen. Enseñar se ha vuelto más complejo, creería que aprender también será más difícil. (Clara, profesora del área de Anatomía Humana, Departamento de Morfología, respuesta a entrevista)

La enseñanza es cuando los profesores nos dan la información [...]. Para enseñar es muy importante la sencillez y la claridad con la que se dan los temas, donde los profesores nos dan la información, pero no tan pesado. (Karina, Estudiante de IV semestre del programa académico de Medicina y Cirugía, respuesta a entrevista)

La enseñanza de tipo transmisivo se ha caracterizado por ser la más utilizada a nivel mundial (Fu, 2022; Kalthur, 2022; Burstein, 2014), y es evidente en este caso en las clases teóricas y prácticas. Esto se refleja en el enfoque centrado en las explicaciones del profesor, apoyadas en analogías con el propio cuerpo, representación de algunas relaciones anatómicas mediante gestos, modulaciones en la intensidad de la voz y aplicaciones clínicas sencillas. Además, se diversifican los recursos, como imágenes de estructuras anatómicas, cadáveres, órganos y piezas anatómicas en estado de conservación.

La enseñanza de la AMH perpetúa el error de asumir que los cuerpos son idénticos y, por tanto, subrepresenta ciertos cuerpos y tonos de piel (Finn *et al.*, 2022). Es importante identificar acciones y oportunidades para que el espacio educativo sea inclusivo mediante la descolonización del currículo. En este sentido, es necesario evitar la representación de los individuos de una manera particular y crear espacios y recursos para un diálogo entre diferentes miembros de la comunidad educativa sobre cómo imaginar y dar cabida a las diferentes culturas y sistemas

de conocimiento en el plan de estudios, así como considerar múltiples perspectivas.

Una forma de contribuir a la descolonización del conocimiento es la planteada por Llano *et al.* (2016). Los autores refieren la necesidad de incorporar la interdisciplinariedad desde diferentes áreas del conocimiento en los procesos de enseñanza, así como fomentar desde las actividades didácticas, metodológicas y curriculares la solución de los problemas con una mirada integral. Además, es fundamental que los profesores participen en debates interdisciplinarios aplicando los conocimientos resultantes de su propia enseñanza y estén dispuestos a actuar tanto como estudiantes como profesores, es decir, expertos en su área y novatos en otras.

La enseñanza de las ciencias básicas se ha trabajado sin una relevancia clínica que permita comprender el para qué se aprende, resultado de múltiples factores, como el hecho de que el currículo de Medicina sea fragmentado, obsoleto y estático (Frenk *et al.*, 2011). La forma tradicional de enseñar AMH ha sido de forma expositiva-magistral, y la práctica de laboratorio en muchas ocasiones se convierte en otra clase magistral más. La enseñanza de las ideas principales de la AMH, como la posición anatómica humana, la planimetría y los términos de relación y comparación, son fundamentales para que el estudiante pueda comprender el contenido tratado en la asignatura. Intentar aprenderlo sin esta comprensión hará que el estudiante aprenda términos anatómicos aislados de memoria, sin poder relacionar, diferenciar y utilizar ese conocimiento en correlaciones clínicas básicas.

## Aprendizaje

Se asume que el aprendizaje está a cargo de los estudiantes, quienes deben leer los temas por su cuenta antes de la clase. No es común

que los profesores utilicen preguntas o talleres orientadores, dado que el estudiante cuenta con el programa de curso en el que se indica el tema a tratar en cada una de las sesiones y se recomiendan libros de texto y atlas de AMH. La profesora considera que el aprendizaje se logra cuando el estudiante puede comprender una correlación anatomo-clínica. Sin embargo, el aprendizaje es complejo, puesto que para que los estudiantes logren comprender la AMH necesitan entender sus ideas principales (posición anatómica, planimetría, términos de relación y comparación). Adicionalmente, es importante la observación y palpación de las estructuras reales, como se evidencia en las siguientes alocuciones:

Todo lo que es visual y cuando uno logra ubicarse espacialmente en el anfiteatro, permite entender. Es fundamental ver videos en los que se utilizan cadáveres humanos: son geniales para aprender anatomía. Realizo resúmenes y dibujo esquemas que representen las estructuras. (Karina, Estudiante de IV semestre del programa académico de Medicina y Cirugía, respuesta a entrevista)

El aprendizaje es más adecuado cuando dibujamos, permite ubicarse espacialmente, permite acercarse al conocimiento. Es muy importante la práctica: poder ver, manipular; permite comprender la textura, observar la forma. Quisiera poder hacer disección cadavérica de forma más amplia. También utilizo las aplicaciones 3D; me parecen espectaculares, acercan mucho a las estructuras. Para estudiar leo un libro de texto y voy observando a la misma vez el atlas de anatomía, así logro comprender más. (Nicolás, Estudiante de IV semestre del programa académico de Medicina y Cirugía, respuesta a entrevista)

Una de las actividades de aprendizaje que realizan los alumnos es el estudio independiente

en el laboratorio de anatomía, donde observan detalladamente las estructuras anatómicas, identifican la lateralidad, palpando las piezas, comparan los diferentes especímenes a partir de similitudes, diferencias y variaciones, y contrastan las estructuras anatómicas cadavéricas con otros recursos como libros de texto, atlas de anatomía humana físico o virtual, estructuras óseas, modelos plásticos 3D, esquemas elaborados por ellos mismos y la palpación de su propio cuerpo. Los estudiantes toman fotografías con sus celulares y entre sí intercambian métodos de estudio, comparten y crean mnemotecnias que les permitan comprender los temas de interés. El estudio de las piezas por separado no permite que puedan ubicarse espacialmente, por lo que los estudiantes que han revisado el tema con anterioridad explican a sus compañeros la ubicación y relación de las estructuras.

En la figura 6 se puede observar un grupo de alumnos estudiando el tema de osteología de miembro inferior, articulando las estructuras óseas para ubicar la lateralidad, e identificando cómo se relacionan las estructuras en cada segmento. Del mismo modo, analizan las caras articulares y su función.

*Figura 6. Grupo de alumnos estudiando en el laboratorio de anatomía. Dibujo elaborado en el programa Photoshop, a partir de una fotografía tomada en el laboratorio de anatomía durante el estudio independiente del tema de osteología del miembro inferior*



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Material de estudio tomado después de la clase de generalidades de AMH I compartido por Leidy, estudiante de segundo semestre del programa académico de Medicina y Cirugía

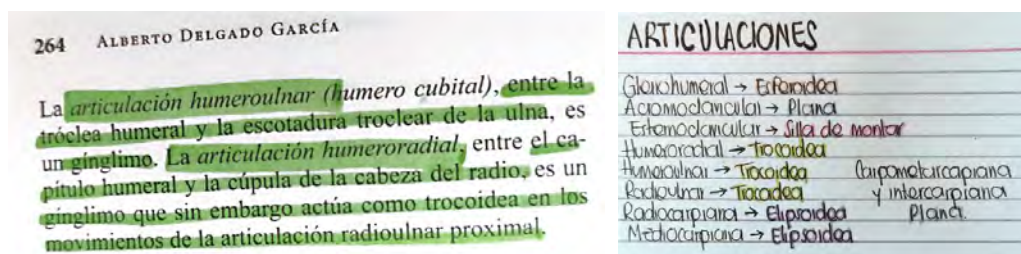


Fuente: elaboración propia.

Los alumnos elaboran diferentes materiales y estrategias de estudio: tomar apuntes de diferentes formas, buscar imágenes en Internet que representen las estructuras anatómicas, dibujar, utilizar textos para colorear estructuras anatómicas o redactar resúmenes de forma digital. Por ejemplo, la estudiante Leidy compartió los apuntes que elabora de forma digital. Estos contienen información precisa, resumida y organizada, representada a través de notas que acompañan las imágenes que muestran la idea estudiada. Los términos anatómicos y aquellas palabras desconocidas para la estudiante son aclaradas entre paréntesis utilizando su conocimiento previo (figura 7).

La estudiante Nancy también compartió algunos de sus apuntes. Ella subraya el libro de texto y elabora fichas en las que resume el contenido estudiado. Al revisarlos, se encuentra que la estudiante confunde algunos términos, especialmente los correspondientes a la clasificación de las articulaciones. Este hecho puede indicar que la estudiante no comprende la clasificación de las articulaciones, confunde la información contenida en el texto y se aprende los nombres de estas sin darles un sentido (figura 8). En la imagen de la izquierda se puede observar un párrafo del texto de anatomía humana de Delgado (2017), y a la derecha las fichas de estudio elaboradas por la estudiante.

Figura 8. Fichas de estudio elaboradas por estudiante. Material de estudio compartido por Nancy, estudiante de segundo semestre del programa académico de Medicina y Cirugía



Fuente: elaboración propia.

El aprendizaje de la AMH I no es fácil debido a que esta área de conocimiento presenta un contenido complejo, conceptos abstractos y un gran número de términos profesionales. Además, adolece de la falta de una organización lógica en las descripciones de los sistemas corporales (Fu *et al.*, 2022). Uno de los conceptos más complejos de entender en anatomía es la *ubicación espacial*. Para su aprendizaje, es necesario que el estudiante entienda las propiedades tridimensionales y la posición relativa en el cuerpo humano. Por lo tanto, es importante desarrollar actividades de enseñanza y aprendizaje que involucren la visualización de estructuras anatómicas en diferentes planos, especialmente el estudio con cortes transversales. Esto le permitirá al alumno retener detalles anatómicos y comprender la relación de las estructuras. Se recomienda utilizar diferentes recursos como los cadáveres, modelos animales y modelos físicos y digitales (Yohannan *et al.*, 2022).

Los estudios consideran que es necesario que el estudiante se exponga repetidamente a diversos tipos de representaciones por un tiempo prolongado, con el fin de demostrar la importancia funcional de las estructuras y favorecer la transferencia clínica. Algunos autores consideran fundamental el uso de estructuras anatómicas cadavéricas, junto con el desarrollo de enfoques complementarios (Erolin, 2019; Cheung *et al.*, 2021).

Contrario a lo anterior, en la asignatura de AMH I, el aprendizaje es asumido como un proceso que depende de los estudiantes. Generalmente, se asocia la enseñanza al aprendizaje cuando se asume que la explicación del profesor es suficiente para que el estudiante aprenda.

## Evaluación

La evaluación se lleva a cabo al finalizar una serie de temas trabajados durante aproximadamente 8 clases, con el fin de calificar y promover o no al estudiante. Tanto la docente como los estudiantes consideran que la evaluación corresponde a la calificación que se obtiene mediante una prueba:

Para mí evaluar es que el estudiante me demuestre que entendió y eso lo va a hacer a través de un examen. Esto tiene que ser así porque así se evalúa nacional e internacionalmente, y así a los estudiantes no les guste, estaríamos dañando la posibilidad de hacer un posgrado o salir del país, porque al final lo que se piden son notas. (Clara, Profesora del área de Anatomía Humana, Departamento de Morfología, respuesta a entrevista)

Para mí las evaluaciones están bien, me gusta cuando me hacen preguntas de correlación clínica, puesto que la finalidad de la AMH es eso. A veces uno discierne de algunas preguntas puesto que no son muy claras. Me gustaría que me evaluaran identificando y diferenciando estructuras en diferentes representaciones como son esquemas, fotografías de estructuras anatómicas de cadáveres conservados, imágenes diagnósticas [...]. Consideramos que la evaluación está

bien, los exámenes, aunque algunas preguntas consideramos que son ambiguas, lo que no mediría el conocimiento, siendo injusta la calificación. (Karina, Estudiante de IV semestre del programa académico de Medicina y Cirugía, respuesta a entrevista)

El rendimiento académico de los estudiantes se ha determinado mediante dos tipos de exámenes: uno teórico y otro práctico. En el examen teórico, se espera que el estudiante pueda comprender la terminología anatómica internacional, ubicarse espacialmente, diferenciar las estructuras y regiones anatómicas, y correlacionarlas con la futura práctica clínica. Tiene un tiempo estimado de 50 a 60 minutos para su realización. La profesora provee las fotocopias y la hoja de respuestas a los estudiantes, quienes deben marcar con un lápiz la opción que consideren correcta en esta última. Durante el examen, los estudiantes se sientan en sillas individuales, dejando una silla vacía entre ellos. No se

les permite utilizar dispositivos electrónicos, libros o cuadernos, ni hacer preguntas o hablar durante la prueba. Los maletines deben ser dejados al frente del salón, y solo pueden utilizar sus elementos personales (lapicero, lápiz, sacapuntas y borrador). El profesor se encuentra al frente del salón, acompañado por un asistente de docencia.

Durante el examen teórico, los estudiantes se observan concentrados en su lectura y desarrollo. La mayoría realiza hábitos parafuncionales como morder el lapicero, onicofagia, rascarse la cabeza o presentar mirada perdida al frente (figura 10).

El examen práctico se lleva a cabo en el anfiteatro, y pretende evaluar lo mismo que el teórico, pero haciendo uso de estructuras anatómicas en estado de conservación. Esta evaluación también incluye algunos casos clínicos para evaluar la capacidad del estudiante de correlacionar su conocimiento anatómico con situaciones reales.

*Figura 10. Imagen de estudiantes realizando el examen teórico. Dibujo elaborado en el programa Photoshop, a partir de una fotografía tomada durante el desarrollo del primer examen parcial de la asignatura de AMH I*



Fuente: elaboración propia.

La semana de exámenes suele generar altos niveles de ansiedad y estrés entre los estudiantes, ya que pueden enfrentarse a dos o incluso tres exámenes en el mismo día. Este sentimiento también es compartido por la profesora, quien considera este proceso como el más difícil de enseñar: “Lo que más odio de enseñar es evaluar” (Clara, Profesora del área de Anatomía Humana, Departamento de Morfología, respuesta a entrevista).

La evaluación en la asignatura de AMH I rara vez se utiliza como una herramienta para verificar el aprendizaje en las clases. Esto se debe a que el profesor dedica la mayor parte del tiempo a dar explicaciones, y aun así considera que el tiempo es limitado para abordar todos los temas. El gran número de estudiantes en el curso complica aún más la coordinación de su participación en las actividades en el aula, así como la capacidad de estar atento al progreso de cada uno. Por lo tanto, los profesores consideran que la forma más práctica de evaluar es mediante un examen con preguntas de opción múltiple, que se califica rápidamente con un escáner.

Aunque la evaluación anatómica se ha realizado principalmente de forma escrita, se recomienda evaluar el conocimiento práctico de la anatomía macroscópica. Una alternativa es la evaluación en el anfiteatro, donde los estudiantes deben identificar estructuras anatómicas en cadáveres humanos. Se considera que cuando un estudiante logra identificar de manera correcta y completa una estructura anatómica, demuestra comprensión de la anatomía. Para diferenciar las estructuras disecadas, es necesario que los estudiantes se ubiquen espacialmente, identifiquen el plano o corte anatómico observado, relacionen las piezas según su proximidad y forma, y conozcan la terminología anatómica internacional.

Como alternativa a la evaluación mediante obstáculos, Yaqinuddin *et al.* (2012) recomiendan evaluar el aprendizaje de la anatomía macroscópica humana (AMH) mediante un examen práctico, en el cual el estudiante pasa por una serie de 20 a 30 estaciones, cada una con una duración de tres minutos. El docente asume un papel de observador pasivo, realizando preguntas que corresponden a procedimientos y correlaciones, con el fin de probar la habilidad del estudiante para relacionar las estructuras anatómicas con datos clínicos y de laboratorio. Esta evaluación discrimina diferentes niveles de competencia mejor que un examen oral o un examen práctico donde solo se deban reconocer estructuras. Además, las estaciones están diseñadas para evaluar conocimientos integrados, probando niveles más altos de dominio de conocimiento.

Aunque los estudiantes que ingresan al programa de Medicina y Cirugía generalmente se encuentran muy motivados y desean desempeñarse bien en las pruebas, necesitan orientación sobre el material que vale la pena estudiar. Por tanto, en la medida en que los exámenes sean congruentes con los objetivos del curso, los estudiantes tendrán claro lo que deben aprender y se sentirán bien evaluados.

Los errores más comunes de los estudiantes evidenciados en los exámenes corresponden a la confusión de las ideas principales de la AMH, al uso incorrecto de la terminología anatómica, la dificultad en la diferenciación de las estructuras y la pobre ubicación espacial. Esto puede afectar la capacidad de los estudiantes para responder de forma acertada a la solución de problemas propios de su profesión, lo cual puede deberse a que los estudiantes no comprenden la AMH, sino que muchas veces solo se memorizan los términos anatómicos. Dentro de las posibles causas a considerar están la reducción del tiempo curricular, el aumento en el número de estudiantes, la escasez de profesores expertos en el área y la metodología de E-A-Ev.

La evaluación es un proceso orientado hacia la obtención de información, emisión de juicios y toma de decisiones sobre los distintos componentes del sistema educativo, como los estudiantes, profesores, institución y currículo. Debe ser diagnóstica, formativa y sumativa, además de estar regulada por principios éticos entre los distintos participantes (Zambrano, 2003). En este sentido, Bergman *et al.* (2014) y Brunstein (2014) coinciden en que es fundamental trabajar en una evaluación para el aprendizaje y para mejorar la enseñanza, no solamente en una evaluación para promover al estudiante.

## Conclusiones

La enseñanza-aprendizaje-evaluación (E-A-Ev) de la anatomía macroscópica humana (AMH) suele entenderse por parte de profesores y estudiantes como procesos separados. Por lo tanto, es crucial integrar estos procesos en un solo fenómeno, donde el objetivo de la enseñanza sea el aprendizaje y el objetivo de la evaluación sea corroborar dicho aprendizaje, así como mejorar la enseñanza. Con frecuencia, los profesores asumen que expli-

car un contenido garantiza que el estudiante pueda aprenderlo, lo que lleva a que, en la mayoría de las clases teóricas y prácticas, el profesor sea el centro de atención en el aula, desempeñando un papel activo mientras que el estudiante adopta uno pasivo. El aprendizaje se concibe como la acumulación de contenidos específicos de cada región anatómica, mientras que la evaluación se entiende como la calificación de los aprendizajes obtenidos por el estudiante.

Sin embargo, en el aula no se reconoce la diversidad de la población al no visibilizar los grupos poblacionales de la región. Es esencial favorecer la decolonización y promover una nueva comunicación intercultural que replantee el programa de curso de AMH y considere la inclusión de representaciones realistas de la sociedad en la que se enseña.

Es fundamental transitar hacia una integración de la E-A-Ev donde el estudiante asuma una postura activa, crítica y creativa, teniendo en cuenta sus realidades sociales, dificultades, necesidades, motivaciones, intereses, ideas previas, métodos de estudio y emociones. La enseñanza debe fomentar y guiar el proceso de aprendizaje, mientras que la evaluación debe ser útil para ajustar el proceso de enseñanza y brindar los apoyos pertinentes que faciliten el aprendizaje del estudiante.

Para lograrlo, es importante que el número de estudiantes por grupo sea limitado, de manera que el profesor pueda conocer a los estudiantes y dedicar tiempo al diseño y replanteamiento de las actividades de E-A-Ev.

## Referencias

Bergman, E., Prince, K., Drukker, J., Vleuten, C. van der. y Scherpbier, A. (2014). How Much Anatomy Is Enough? *Anatomical Sciences Education*, 1(4), 184-188.

- Brunstein, J. (2014). *Experiencias de los académicos acerca de enseñar, aprender y evaluar anatomía humana* (tesis de doctorado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Chen, S., Pan, Z., Wu, Y., Gu, Z., Li, M., Liang, Z. y Pan, H. (2017). The Role of Three-Dimensional Printed Models of Skull in Anatomy Education: A Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*, 7(1), 575.
- Creswell, J. y Poth, C. (2016). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches*. Sage Publications.
- Erolin, C. (2019). Interactive 3D Digital Models for Anatomy and Medical Education. *Biomedical Visualisation*, 1138, 1-16.
- Fernandez, C. (2015). Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 500-528.
- Finn, G., Danquah, A. y Matthan, J. (2022). Colonization, Cadavers, and Color: Considering Decolonization of Anatomy Curricula. *The Anatomical Record*, 305(4), 938-951.
- Fleagle, T., Borcharding, N., Harris, J. y Hoffmann, D. (2018). Application of Flipped Classroom Pedagogy to the Human Gross Anatomy Laboratory: Student Preferences and Learning Outcomes. *Anatomical Sciences Education*, 11, 385-396.
- Frenk, J., Chen, L., Bhutta, Z., Cohen, J., Crips, N., Evans, T., Fineberg, H. et al. (2011). Profesionales de la salud para el nuevo siglo: transformando la educación para fortalecer los sistemas de salud en un mundo interdependiente. *Revista Peruana de Medicina experimental y Salud Pública*, 28, 337-341.
- Fu, X., Wu, X., Liu, D., Zhang, C., Xie, H., Wang, Y. y Xiao, L. (2022). Practice and Exploration of the "Student-Centered" Multielement Fusion Teaching Mode in Human Anatomy. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 44(1), 15-23.
- Kalthur, S., Pandey, A. y Prabhath, S. (2022). Benefits and Pitfalls of Learning Anatomy Using the Dissection Module in an Indian Medical School: A Millennial Learner's Perspective. *Translational Research in Anatomy*, 26, 100159.
- Lippert, H. (1996). *Anatomía con orientación clínica*. Marbán.
- Llano-Arana, L., Gutiérrez-Escobar, M., Stable-Rodríguez, A., Núñez-Martínez, M., Masó-Rivero, R. y Rojas-Rivero, B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur*, 14(3), 320-327.
- Mitrousiaus, V., Karachalios, T., Natsis, K., Arvanitis, D. y Zibis, A. (2019). Anatomy Learning from Prosected Cadaveric Specimens Versus Plastic Models: A Comparative Study of Upper Limb Anatomy. *Anatomical Science education*, 13(4), 436-444.

- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A. y Stirling, A. (2017). The Effectiveness of Virtual and Augmented Reality in Health Sciences and Medical Anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 10(6), 549-559.
- Netter, F. (2018). *Atlas of Human Anatomy: Latin Terminology E-Book. English and Latin Edition*. Elsevier Health Sciences.
- Osorio, S., Rodríguez, A. y Ramírez, H. (2022). Bibliometric Analysis of Global Research Output on Teaching and Learning of Human Anatomy. *International Journal of Morphology*, 40(3), 789-795.
- Osorio-Toro, S. (2023). *Enseñanza, aprendizaje y evaluación de la anatomía macroscópica humana. Estudio de caso* (tesis de doctorado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Park, S. y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Peeler, J., Bergen, H. y Bulow, A. (2018). Musculoskeletal Anatomy Education: Evaluating the Influence of Different Teaching and Learning Activities on Medical Students' Perception and Academic Performance. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 219, 44-50.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Education Review*, 57, 1-23.
- Vitorino, R., Fornaziero, C., Fernandes, E. (2020). Evaluation of Performance and Perception of Learning in Teaching Human Anatomy: Traditional Method vs. Constructivist Method. *International Journal of Morphology*, 38(1), 74-77.
- Yaqinuddin, A., Zafar, M., Ikram, M. y Ganguly, P. (2012). What is an Objective Structured Practical Examination in Anatomy? *American Sciences Education*, 6(2), 125-133.
- Yohannan, D., Oommen, A, Amogh, B., Raju, N., Suresh, R. y Nair, S. (2022). "Air Anatomy". Teaching Complex Spatial Anatomy Using Simple Hand Gestures. *Anatomical Sciences Education*, 15(3), 552-565.
- Yousuf, M., Harvey, H., Ramzy, A., Al Sharei, A., Wala'a, Q. y Badran, D. (2020). The Attitude of Medical Students towards the Teaching of Anatomy. *European Journal of Anatomy*, 24(6), 449-458.
- Zambrano, A. (2003). *Educación y formación del pensamiento científico*. Universidad del Valle; Icfes.
- Zibis, A., Mitrousias, V., Varitimidis, S., Raoulis, V., Fyllos, A. y Arvanitis, D. (2021). Musculoskeletal Anatomy: Evaluation and Comparison of Common Teaching and Learning Modalities. *Scientific Reports*, 11(1), 1-16.



## La etnobiología y la etnoecología en los relatos de los naturalistas Spix y Martius: contribuciones a la enseñanza y formación docente sensibles a la diversidad cultural

- Ethnobiology and Ethnoecology in the Reports of Naturalists Spix and Martius: Contributions to Teaching and Teacher Training Sensitive to Cultural Diversity
- A etnobiologia e a etnoecologia nos relatos dos naturalistas Spix e Martius: contribuições para o ensino e formação docente sensíveis à diversidade cultural

### Forma de citar este artículo:

Silva, M. L. y Santos-Baptista, G. C. (2024). La etnobiología y la etnoecología en los relatos de los naturalistas Spix y Martius: contribuciones a la enseñanza y formación docente sensibles a la diversidad cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 189 - 206. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-20264>

### Resumen

En este artículo de investigación, presentamos los resultados de un estudio cualitativo cuyo objetivo fue señalar cómo los informes descritos en la obra *Através da Bahia*, de los naturalistas alemanes Spix y Martius, pueden contribuir a la enseñanza de las ciencias y a la formación docente que sea sensible a la diversidad cultural. La metodología utilizada fue la investigación documental, y para el análisis de los datos se empleó el método de análisis de contenido. El análisis indica que existen extractos en la referida obra centrados en conocimientos etnobiológicos y etnoecológicos que abren posibilidades de diálogo con los contenidos científicos escolares de biología, química y ecología (por

Maria Laura Silva\*   
Geilsa Costa Santos-Baptista\*\* 

\* Doctora en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias. Docente en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Bahía (IFBA), Campus Vitória da Conquista. Grupo de Investigaciones en Etnobiología y Enseñanza de Ciencias (GIEEC). Bahía, Brasil. [marialaura@ifba.edu.br](mailto:marialaura@ifba.edu.br)

\*\* Doctora en Enseñanza de Ciencias. Docente investigadora en el Departamento de Educación de la Universidad Estatal de Feira de Santana. Grupo de Investigaciones en Etnobiología y Enseñanza de Ciencias (UEFS). [geilsabaptista@gmail.com](mailto:geilsabaptista@gmail.com)



ejemplo, clasificación científica, fósiles de animales, evolución biológica, sostenibilidad ambiental, desarrollo socioambiental, esclavitud y racismo). Igualmente, estos podrían captar la atención de los docentes hacia la consideración y el respeto a la diversidad cultural desde una perspectiva histórica y social, lo que contribuiría a una formación docente sensible a la diversidad cultural.

Palabras clave

etnobiología; etnoecología; enseñanza de las ciencias; diálogo intercultural; formación docente

### Abstract

In this research article, we present the results of a qualitative study aimed at highlighting how the reports described in the work *Através da Bahia*, by the German naturalists Spix and Martius can contribute to the science teaching and teacher training that is sensitive to cultural diversity. The methodology used was documentary research, and the data analysis employed content analysis methods. The analysis indicates that there are excerpts in the mentioned work focused on ethnobiological and ethnoecological knowledge that open up possibilities for dialogue with school science content in biology, chemistry, and ecology (e.g., scientific classification, animal fossils, biological evolution, environmental sustainability, socio-environmental development, slavery, and racism). These excerpts could also draw teachers' attention towards considering and respecting cultural diversity from a historical and social perspective, contributing to teacher training that is sensitive to cultural diversity.

Keywords

ethnobiology; ethnoecology; science teaching; intercultural dialogue; teacher training

### Resumo

Neste artigo de pesquisa, apresentamos os resultados de um estudo qualitativo cujo objetivo foi evidenciar como os relatos descritos na obra *Através da Bahia*, dos naturalistas alemães Spix e Martius, podem contribuir para o ensino das ciências e para a formação de professores sensíveis à diversidade cultural. A metodologia utilizada foi a pesquisa documental, e para a análise dos dados empregou-se o método de análise de conteúdo. A análise indica que existem trechos na referida obra focados em conhecimentos etnobiológicos e etnoecológicos que abrem possibilidades de diálogo com os conteúdos científicos escolares de biologia, química e ecologia (por exemplo, classificação científica, fósseis de animais, evolução biológica, sustentabilidade ambiental, desenvolvimento socioambiental, escravidão e racismo). Igualmente, esses trechos podem captar a atenção dos professores para a consideração e o respeito à diversidade cultural a partir de uma perspectiva histórica e social, contribuindo assim para uma formação docente sensível à diversidade cultural.

Palavras-chave

etnobiologia; etnoecologia; ensino de ciências; diálogo intercultural; formação docente

## Introducción

La enseñanza de las ciencias ha sido objeto de numerosas críticas que, en general, la consideran carente de sentido para la mayoría de los estudiantes (Molina y Mojica, 2011), al no establecer relaciones contextuales. Es importante resaltar que contextualizar el contenido de la enseñanza no significa relacionarlo exclusivamente con la vida cotidiana de los estudiantes, sino también con los procesos de producción de conocimiento científico, utilizando como contexto la historia de la ciencia (Kato y Kawasaki, 2011).

La contextualización contribuye a problematizar y reflexionar sobre los contenidos de enseñanza y sus relaciones con otros saberes. Esto ayuda a superar la dualidad de una práctica pedagógica escolar que, históricamente, no se ha relacionado con la educación informal, como la que se da en las comunidades tradicionales, en las que la construcción del conocimiento está íntimamente relacionada con el medio físico, cultural y social habitado. Dicho conocimiento se refiere al uso de los recursos naturales, que han permitido las vivencias de sus integrantes a lo largo de los siglos, muchas veces a través de la oralidad (Diegues y Arruda, 2001). Por *currículo escolar* entendemos toda la organización y los saberes que se trabajan en la escuela, incluyendo las formas de transmisión de esos saberes y las relaciones humanas que se construyen en la vida cotidiana.

La enseñanza de las ciencias en escuelas ubicadas en comunidades tradicionales, así como en áreas urbanas, debería orientar a los estudiantes hacia la comprensión de que la ciencia es una subcultura de la cultura occidental (Aikenhead, 1996); que es una entre las innumerables formas específicas de producir conocimiento sobre el mundo natural; que tiene sus propios contextos de producción

y aplicación y que necesitan ser relacionados con otros modos de conocer a través del diálogo intercultural (Baptista, 2010). Se parte de la idea de que el objetivo de la enseñanza de la ciencia debe ser ampliar los perfiles de las concepciones de los estudiantes con las concepciones científicas (Mortimer, 1995), y no el abandono de otras concepciones, inherentes a otras formas de saber. Así, creemos que el diálogo intercultural es importante en las clases de ciencias para que los estudiantes comprendan la ciencia como una actividad cultural, más allá de las culturas en las que están inmersos. Esto contribuye a compartir diferentes perspectivas, experiencias y conocimientos culturales, tanto los presentados por docentes como por estudiantes, y promover un ambiente que valora la inclusión y la diversidad.

Sin embargo, incentivar el diálogo intercultural en las aulas de ciencias requiere que los docentes sean sensibles a la diversidad cultural, lo que exige investigar y comprender los conocimientos tradicionales (Cobern, 1996; Baptista, 2014). Este diálogo puede darse dentro de perspectivas etnobiológicas y etnoecológicas, involucrando tanto el pasado como el presente (Baptista, 2007). La etnobiología es definida por Posey (1987, p. 15) como “el estudio de los conocimientos y conceptos desarrollados por cualquier sociedad en torno a la biología. En otras palabras, es el estudio del papel de la naturaleza en el sistema de creencias del hombre y su adaptación a entornos determinados”. La etnoecología es el estudio científico de los saberes y prácticas de los diferentes grupos humanos con respecto a los ecosistemas que los rodean (Toledo y Barrera-Bassols, 2009).

En la búsqueda de alternativas para que los docentes investiguen los saberes tradicionales desde una perspectiva etnobiológica y etnoecológica, la pregunta es: ¿podrían los relatos de los naturalistas europeos sobre

sus viajes por América Latina contribuir al diálogo intercultural en las clases de ciencias en las escuelas de Brasil?

Es importante señalar que, en el caso específico de la enseñanza de las ciencias en las comunidades tradicionales, las discusiones presentes en la literatura son aún escasas en cuanto a las relaciones existentes entre el conocimiento tradicional sobre la naturaleza descrito por los naturalistas europeos y el conocimiento científico escolar. Por lo tanto, en este artículo, presentamos los resultados de una investigación cualitativa cuyo objetivo fue señalar cómo los relatos descritos en la obra *Através da Bahia*, escrita por los naturalistas alemanes Johann Baptist von Spix y Carl Friedrich Philipp von Martius, durante su paso por el estado de Bahía, Brasil, en el año 1818, pueden contribuir a la enseñanza de las ciencias y a la formación docente sensible a la diversidad cultural.

Defendemos una enseñanza de las ciencias preocupada por el pluralismo epistemológico (Cobern y Loving, 2001), ya que puede ayudar a los estudiantes a contextualizar los conocimientos y tomar decisiones considerando los diferentes saberes en sus contextos culturales y sociales, así como a formar docentes sensibles a la diversidad cultural, al tener contacto con estos diferentes modos de conocer.

## Marco teórico

### El conocimiento científico y sus relaciones con el conocimiento tradicional

El supuesto filosófico conocido como “universalidad de la ciencia” defiende que esta es aplicable en todas partes y que resuelve problemas independientemente de la cultura (Stanley y Brickhouse, 1994). Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, el currículo de ciencias proporciona a los estudiantes una imagen errónea de la ciencia, al presentarla como socialmente neutral y como verdad absoluta.

La supremacía del pensamiento europeo a través de la ciencia occidental, desde la época de la colonización, ha promovido un efecto desintegrador sobre los valores y formas de representación de las comunidades tradicionales. Desde el pasado hasta el presente, la ciencia occidental, que se originó en el continente europeo en el siglo XVII, ha disminuido y desvalorizado, en beneficio propio, muchos conocimientos pertenecientes a las comunidades tradicionales. Aunque en muchos aspectos, el colonizador europeo recurrió al conocimiento de las comunidades tradicionales para resolver problemas que la propia ciencia no dominaba en ese momento, por ejemplo, en el uso de plantas medicinales.

Otro ejemplo de explotación de las comunidades tradicionales es la biopiratería, que ocurre cuando los recursos naturales y conocimientos tradicionales

asociados son explotados sin la repartición de los beneficios. La biopiratería es una forma de biocolonialismo que persiste hasta el presente (Gomes y Sampaio, 2019).

A pesar del interés por los conocimientos tradicionales, la exploración europea llevó la ciencia occidental a tierras y poblaciones desconocidas, y la interacción de la ciencia con la cultura local se produjo de manera desintegradora (Cobern y Loving, 2001). En este contexto, la educación colonial diseñada para los pueblos colonizados fue cientificista, ya que utilizó la ciencia como herramienta para someter y suplantar las culturas locales, bajo el pretexto de modernizarlas (Cobern y Loving, 2001).

En la actualidad, a diferencia del periodo de la colonización, la ciencia occidental, en el marco de la interculturalidad, debe ser considerada como la actividad cultural de los científicos, quienes comparten un sistema de significados y símbolos bien definidos, con los que interactúan socialmente (Aikenhead, 2009). La ciencia occidental puede entenderse como una forma de conocimiento entre varias existentes, cada una con su contexto, alcance y vigencia, pero no se puede perder de vista las relaciones de poder y el carácter ideológico de la ciencia occidental que aún predomina en las sociedades (Crepalde y Aguiar-Júnior, 2014).

La imposición de la ciencia occidental como única capaz de resolver todos los problemas y curiosidades de la humanidad desprecia las posibilidades de diálogo con las culturas de los pueblos tradicionales, considerados subyugados. El conocimiento tradicional es el saber de los pueblos tradicionales, desarrollado a través de las experiencias humanas con la naturaleza a lo largo de muchos años y vital para sus experiencias. Diegues (2000) define los conocimientos tradicionales como

el conjunto de saberes y prácticas sobre el mundo natural y sobrenatural, que se forjan y transmiten de generación en generación en las comunidades no urbanas o industriales, en forma de consejos, enseñanzas, rituales, cuentos, leyendas, folclore, etc.

Lévi-Strauss (1989) destaca los conocimientos tradicionales y resalta la actitud investigadora de las poblaciones indígenas y cómo estas se relacionan con la naturaleza para desarrollar técnicas, muchas veces extensas y complejas. Estas les permiten, por ejemplo, cultivar sin suelo o agua, convertir granos o raíces tóxicos en alimentos, y tener un deseo de saber no solo por necesidad, sino también por el placer de saber.

Existen diferencias significativas entre el conocimiento tradicional y el científico. Entre estas diferencias, es posible mencionar la forma de comunicación: mientras el conocimiento científico tiende a universalizarse, generalmente a través de la escritura, el conocimiento tradicional se centra en la realidad local y el contexto sociocultural donde se produce. A pesar de estas diferencias, considerar los conocimientos tradicionales como una forma cognitiva no disminuye el papel del conocimiento científico, ni sugiere la sustitución de uno por otro (Lima, 2007), sino que enfatiza la idea de que existen otros tipos de conocimiento además del científico, basados en distintas formas de conocimiento —en ocasiones complementarios—.

Para Lima (2011), la visión de una sociedad centrada en la ciencia y la racionalidad científica desautoriza las voces y decisiones de los individuos en asuntos sociocientíficos, al postular su ignorancia o irracionalidad. En este sentido, la etnobiología surge como una oposición a esta postura. La etnobiología es un campo de estudio interdisciplinario que investiga y estudia

las percepciones, clasificaciones y modelaciones que utilizan los miembros de diferentes grupos culturales para resolver los problemas que enfrentan en la vida cotidiana a través del establecimiento de interacciones con los entornos en los que están insertos. Estas situaciones-problema hacen posible la generación, acumulación y difusión de conocimientos producidos localmente a través de generaciones. (Rosa y Orey, 2014, p. 2)

Los estudios etnoecológicos se asocian con los estudios etnobiológicos, pero se distinguen en que mientras la etnobiología se centra en las relaciones culturales con los seres vivos, la etnoecología se ocupa de las relaciones de los grupos culturales con la naturaleza en su conjunto.

Según Verde *et al.* (2009), las posibilidades didácticas de la etnobiología en el currículo de la educación escolar son amplias, pudiendo abarcar temas como alimentación, salud, botánica, entre otros. En la formación docente y enseñanza, podemos mencionar el trabajo de Baptista (2007) con estudiantes de educación secundaria, quienes son agricultores, en el que concluye que la etnobiología ayuda a los docentes a investigar y comprender los saberes tradicionales y sus relaciones con los contenidos escolares. Sin embargo, el propósito no debe ser que el conocimiento científico sustituya al conocimiento local, sino que se utilice como complemento y motivación (Costa, 2008).

En la enseñanza de las ciencias, especialmente cuando esta se imparte en comunidades tradicionales, como campesinos, indígenas, ribereños y otras, es común que los docentes quieran *imponer* conocimientos de la ciencia occidental, despreciando los conocimientos tradicionales. Aunque sin intención, terminan comportándose como los colonizadores, con el ideal *civilizador* de la población local. El saber de la etnobiología puede servir como *punte* para facilitar un diálogo entre estos diferentes saberes, sin que se superpongan unos sobre otros.

Varios trabajos reportan experiencias didácticas con el uso de conocimientos tradicionales dentro del aula, que contribuyeron a la enseñanza, aprendizaje y formación de docentes culturalmente sensibles. Por ejemplo, Baptista y El-Hani (2009) relatan una investigación con estudiantes agricultores de bachillerato en una escuela pública de la ciudad de Coração de Maria (Bahía, Brasil), que utilizó como contenido la morfología y clasificación de las angiospermas. Los autores concluyeron que la inclusión del conocimiento etnobiológico en las aulas de ciencias mejoró la calidad de la enseñanza, ya que abrió posibilidades de diálogo entre el conocimiento empírico y los contenidos de la enseñanza de la biología. También ayudó a los estudiantes a delimitar los contextos de uso y aplicabilidad del conocimiento científico, especialmente dentro de sus comunidades, como ocurrió, por ejemplo, en el enfoque del control biológico.

## La diversidad cultural, la realidad actual de la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado

La enseñanza de las ciencias, cuando se aleja de la realidad de los sujetos, acaba generando desinterés por los contenidos que se enseñan, lo que dificulta el aprendizaje cuando los estudiantes no pueden comprender ni aplicar un lenguaje científico diferente al que habitualmente utilizan en sus entornos socioculturales (Baptista, 2010).

Para Silva (2002), cada sociedad tiene su propia cultura, con necesidades específicas, por lo tanto, es necesario conocer cada realidad y sus intereses respecto a la ciencia. De acuerdo con Cobern (1996), es importante que los estudiantes aprendan a distinguir diferencias, valores y contextos apropiados para la aplicación del conocimiento científico y otros conocimientos de base cultural.

Por ello, es necesario implementar nuevas formas de enseñar ciencia que no se restrinjan a la mera transmisión del conocimiento científico, sino que incluyan un proceso de diálogo permanente con otros conocimientos. Esto es fundamental para valorar la diversidad cultural y reducir la distancia entre la educación escolar y la vida cotidiana de los estudiantes, además de proporcionar contribuciones mutuas entre diferentes formas de conocimiento.

Los conocimientos que los estudiantes utilizan en su vida cotidiana forman parte de sus primeras culturas y son útiles en sus rutinas (Lopes, 1999). Por lo tanto, el gran desafío para la práctica pedagógica en la enseñanza de las ciencias es articular los conocimientos de los estudiantes con los contenidos científicos que se imparten en las escuelas, dado que la ciencia ejerce una hegemonía epistemológica (Arenas y Cairo, 2009).

El diálogo intercultural puede constituir una oportunidad para relacionar la ciencia con la realidad de los estudiantes, y despertar en ellos valores éticos para que puedan enfrentar los dilemas culturales vividos dentro y fuera de la escuela (Arenas y Cairo, 2009). Como propuesta de educación intercultural en ciencias, el diálogo parte del reconocimiento de la convivencia, en un mismo espacio, de diferentes culturas, ya que un individuo puede formar parte de varios grupos o subgrupos, pertenecientes a varias subculturas (Aikenhead, 2009).

En este sentido, los docentes necesitan reflexionar sobre la relación entre el saber científico y el saber utilizado en las realidades socioculturales de los estudiantes, así como sobre su papel como mediadores en la construcción del saber escolar (Seixas *et al.*, 2017). El conocimiento científico necesita ser abordado desde sus significados contextuales y cómo estos pueden relacionarse con otros saberes y contextos. Para lograrlo, se requiere una práctica pedagógica que motive a los estudiantes a comprender las posibilidades de utilizar el conocimiento científico en su vida fuera de la escuela, y no solo dentro de ella, durante los momentos de evaluación. Según Baptista (2014), si en la formación del profesorado de ciencias se promueven interacciones con otras formas de saber, además de la ciencia occidental, se pueden obtener aportes relevantes para que la práctica pedagógica actúe como mediadora, creando espacios donde los estudiantes puedan explicar los fenómenos naturales a la luz de la ciencia occidental, sin por ello romper con sus concepciones del mundo basadas en sus culturas de origen.

Cobern y Loving (2001) defienden el pluralismo epistemológico para la enseñanza de las ciencias. Este exige una clara demarcación del discurso científico en relación con otras formas de conocimiento. Esto no implica otorgar

supremacía a la ciencia occidental o a cualquier otra forma de conocimiento, sino explicar claramente sus contextos de origen y aplicabilidad, así como sus lenguajes y criterios de validación.

El pluralismo epistemológico implica comprometerse a reconocer las diferencias para tomar decisiones sobre lo que es más importante en determinadas situaciones y contextos específicos; sustenta el respeto y la convivencia, y tiene en cuenta que la verdad nunca está bajo un único dominio de conocimiento (Cobern y Loving, 2001). Aceptar el pluralismo epistemológico implica reconocer el valor de la diversidad cultural, así como la necesidad de respetar y fortalecer cada una de las muchas culturas existentes (Olivé, 2009).

## Metodología

### Abordaje y objeto de investigación

La investigación se basó en el método cualitativo, el cual, según Taquette y Borges (2020), es descriptivo y busca comprender la complejidad de las experiencias humanas y los significados subyacentes que dan forma a la comprensión del mundo. La investigación cualitativa no pretende producir verdades o certezas absolutas, sino descubrir los significados de las experiencias de los sujetos al considerar el contexto histórico y cultural en el que se insertan (Taquette y Borges, 2020).

Se toma como fuente la obra *Através da Bahia* (Spix y Martius, 1938), traducida al portugués por los doctores Pirajá da Silva y Paulo Wolf, en 1916. Esta relata el paso de estos naturalistas específicamente por el territorio del actual estado de Bahía, Brasil. Este trabajo consiste en extractos de una publicación más amplia, titulada *Reise in Brasilien (Viaje por el Brasil)*, de los naturalistas Johann Baptist von Spix (1781-1826) y Carl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868), publicada inicialmente en 1823 en Alemania.

Es importante resaltar que Spix y Martius (1938) hacen referencia a los usos y costumbres de los pueblos indígenas, campesinos, ribereños, esclavos y demás habitantes del estado de Bahía en el siglo XIX, los cuales son objetos de estudio de la etnobotánica, la etnozootología (ramas de la etnobiología), y la etnoecología. Aunque muchos de estos usos y costumbres se han perdido con el tiempo, algunos pueden seguir siendo válidos en determinadas comunidades locales. La etnobotánica es una rama de la etnobiología que estudia las interacciones entre las sociedades humanas y las plantas como sistemas dinámicos (Rocha *et al.*, 2015a). Para Santos-Fita y Costa-Neto (2007), la etnozootología, como parte de la etnobiología, es el estudio de los conocimientos, creencias y sentimientos que median las relaciones entre las poblaciones humanas y las especies animales de los ecosistemas que las incluyen. La etnoecología es el estudio del conocimiento de ciertas culturas sobre las relaciones entre las especies y entre las especies y el medio ambiente (Prado y Murrieta, 2015).

## Recopilación y análisis de los datos

Para la recopilación y análisis de los datos, se utilizó el método de análisis de contenido de Bardin (2016).

En primer lugar, se llevó a cabo el preanálisis, durante el cual se identificaron y prepararon los datos. Durante esta etapa, se realizaron lecturas y se extrajeron fragmentos del libro relacionados con los contenidos de enseñanza de las ciencias. Estos fragmentos se organizaron en un cuadro. Posteriormente, se llevó a cabo una nueva lectura con el fin de identificar categorías temáticas. Para ello, se analizaron palabras y significados para asegurar que cada categoría fuera única en su significado y excluyera a las demás.

Seguidamente, se crearon categorías temáticas o unidades de análisis. En cada una de estas categorías, se insertaron tablas para el análisis e interpretación de los resultados, teniendo en cuenta el contexto y los objetivos de la investigación. En este contexto, se presentan sugerencias de contenidos que pueden ser utilizados en la enseñanza de las ciencias para el diálogo intercultural.

## Resultados y discusiones

A continuación, presentamos las categorías temáticas que incluyen algunos saberes descritos por Spix y Martius en la obra *Através da Bahia*, junto con algunas posibilidades de enseñanza en las escuelas mediante el diálogo intercultural. Estas consideran tanto

el contexto de redacción de la obra como la situación actual, y abarcan tanto el pasado como el presente. Es importante destacar que comprendemos que cada escuela tiene su propia realidad; no obstante, nuestro objetivo es sensibilizar al docente sobre la importancia de investigar y comprender el conocimiento tradicional, así como establecer relaciones con el conocimiento científico enseñado en las escuelas a través del diálogo intercultural, considerando las visiones de los naturalistas sobre los saberes tradicionales de su época. De esta manera, los estudiantes podrán relacionarse con el presente de manera crítica y reflexiva.

Se han generado tres categorías temáticas.

**Etnobotánica:** aborda la clasificación científica de plantas, los efectos narcóticos, los colorantes y pigmentos, así como las plantas medicinales y los aportes de los naturalistas europeos a los estudios etnobiológicos.

**Etnozoología:** incluye temas como la escasez de agua y sus impactos en la vida animal, los fósiles animales y su importancia para comprender la historia de la evolución biológica, y la caza como factor de riesgo para la extinción de especies animales.

**Etnoecología:** se centra en la sustentabilidad ambiental, la urbanización y el desarrollo socioambiental, así como en la esclavitud y el racismo.

Dado el espacio limitado de un artículo científico, solo se presentarán tres fragmentos de la obra en cada una de estas categorías.

## Categoría 1. Etnobotánica: clasificación científica, efectos narcóticos, colorantes y pigmentos, plantas medicinales y aportes de los naturalistas europeos a los estudios etnobiológicos

Tabla 1. Fragmentos con contenidos de la etnobotánica

Página	Fragmento de la obra	Posibles temas de diálogo en la enseñanza
70	Timbó – <i>Paulinia pinnata</i> , L. Entre todas las Paulineas destacadas, en general, por sus propiedades activas y narcóticas, esta especie parece ser la más venenosa y contener, sobre todo en la raíz, la sustancia más energética. Es costumbre verter la decocción de la raíz y el fruto machacado en los arroyos tapados para aturdir a los peces, que luego se pueden pescar con la mano.	Clasificación científica y efectos narcóticos de las plantas en los seres vivos.
229	Sabían hacer bien sacos de algodón y, de fibras de palma, bolsones de cazadores y delantales cortos y cuadrados, que preferían a la ropa europea, colocándolos en las caderas. Todo este material lo teñían de rojo con semillas de achiote ( <i>Bixa Orellana</i> , L.); en negro, con los frutos del genipapero ( <i>Genipa americana</i> , L.); y amarillo, con madera ( <i>Broussonetia tinctoria</i> , Kunth.). También sabían hacer platos.	Química de tintes y pigmentos.
240	En el fresco de la mañana, después de haber andado legua y media, encontramos otra colonia de indios mansos en Ponta do Ramos [...]. Una mujer india probablemente la Hygea de aquellas regiones, se compadeció del estado de salud de nuestro amigo, el Sr. Schlüter, y preparó una bebida con el jugo de un limón verde pequeño, sal y agua. El efecto de este remedio fue tan feliz que cortó la fiebre que se iniciaba [...].	Plantas medicinales y contribuciones de los naturalistas europeos para los estudios etnobiológicos.

Fuente: elaboración propia.

En general, en lo que respecta a la etnobotánica, la obra de Spix y Martius revela diversos usos de las plantas por parte de las poblaciones locales. Esto contribuye a un diálogo intercultural con áreas específicas de la enseñanza de la biología (botánica) y la química orgánica.

En la página 70, se menciona el uso del timbó para la pesca, como veneno para los peces. A partir de este fragmento, el profesor puede trabajar en la denominación científica de *Paulinia pinnata*, que pertenece al género de la familia *Sapindaceae*, nombre dado por el botánico sueco Carl Nilsson Linnæus. También se puede abordar la historia de la ciencia con la clasificación de las plantas y cómo los naturalistas europeos investigaron las plantas y otros elementos de la naturaleza, contribuyendo a su clasificación y al estudio de otros seres vivos de diversos biomas.

En cuanto al cruce entre el trabajo de los naturalistas, la contextualización de los temas brasileños en el aula y el abordaje de la historia de la ciencia en Brasil, Pataca y Oliveira (2016) publicaron un trabajo sobre los viajes filosóficos portugueses a Brasil en el siglo XVIII, con la creación de microrrelatos biográficos,

difundidos por medios virtuales. Estos trabajos pueden contribuir a abordar la historia de la ciencia para la enseñanza de las ciencias, ampliando las posibilidades del aprendizaje contextualizado.

También sobre la denominación de las plantas, es posible dialogar con los estudiantes sobre las variaciones locales de nombres que recibe esta planta —por ejemplo, “timbó”, “timbó-de-peixe”, “timborá”, entre otros— y cómo esta denominación se acerca o no a la denominación científica.

Finalmente, el profesor puede trabajar sobre los efectos narcóticos de las plantas en los seres vivos, como en el caso de *Paulinia pinnata*, que se utilizaba para facilitar la pesca de los peces, ya que los envenena.

En la página 229, se observa que los indígenas usaban las plantas para fabricar ropa y sus tintes para teñir la ropa. El diálogo sobre la química de tintes y pigmentos permite conocer la opinión de los estudiantes sobre la diferencia entre tintes y pigmentos, y cómo interactúan con las fibras de la ropa. Además, es posible reflexionar sobre la sostenibilidad ambiental al dialogar sobre los impactos ambientales del teñido de ropa, incluyendo el uso de agua, productos químicos y residuos. Se pueden explorar alternativas más sostenibles, como el teñido en frío, el uso de

tintes naturales y técnicas de teñido de bajo consumo de agua.

En la página 240, la etnobotánica está relacionada con el uso de plantas por parte de los indígenas para la cura de la fiebre de un amigo de los naturalistas, mediante una medicina preparada por una indígena de la tribu. Es importante destacar que el término *Hygea* (conferido a la indígena) proviene de *Hygieia*, que en la mitología griega era la diosa de la salud, la limpieza y la cordura.

Durante el diálogo, el profesor puede informar a los estudiantes que la comunicación sobre el uso de la flora terapéutica en Brasil comenzó con la actividad de los naturalistas, y que ese conocimiento ya era practicado por los pueblos originarios y fue apropiado por los colonizadores (Rocha *et al.*, 2015b). Aunque el término *etnobiología* no se usaba en esa época, formaba parte del universo de los naturalistas. Uno de los objetivos de las expediciones naturalistas era el descubrimiento de medicamentos que se encuentran en la naturaleza y que podrían usarse para curar enfermedades de la época. Sin embargo, este proceso no fue exactamente un *descubrimiento*, ya que los naturalistas simplemente observaban lo que las diferentes culturas utilizaban para curar enfermedades, y registraban esa información para luego realizar consultas y comparaciones.

## Categoría 2. Etnozoología: la escasez de agua e impactos en la vida animal, fósiles animales y su importancia para comprender la historia de la evolución biológica, la caza como riesgo de extinción de especies animales

Tabla 2. Fragmentos con contenidos de la etnozoología

Página	Fragmento de la obra	Posibles temas de diálogo en la enseñanza
18	No se debe temer por la seguridad individual, ni por la comida necesaria, ya que diariamente se encuentra una o más haciendas. Pero el agua y el forraje para las bestias de carga a veces escasean y pueden faltar por completo, debido a las sequías prolongadas; entonces, los animales morirán pronto y el viajero quedará desvalido, con su equipaje, a merced de los <i>sertanejos</i> .	Escasez de agua e impactos en la vida animal.
34	De mayor interés para el naturalista son los restos de animales antediluvianos, que se encuentran en la superficie de la tierra o enterrados en la arena, en diferentes lugares, en el distrito de la aldea, más frecuentemente en el río Santo Antonio y sus alrededores, cerca de la hacienda de Bom Jesus dos Meiras, a ocho leguas. Se dice que allí se encontraron: un diente, que pesa 8 libras, y un hueso de 5 pies de largo, que sirve como fregadero de fuente. Para pulir el cuero, los zapateros utilizan estos huesos que, limpios de toda arena, flotan como piedra pómez sobre el río Santo Antonio.	Fósiles animales y su importancia para comprender la historia de la evolución biológica.
229-230	Las armas de los camacanos son los arcos y las flechas, que solo durante la guerra suelen envenenar la punta con el extracto de una planta trepadora. Los arcos miden de siete a ocho pies de largo, teniendo un surco longitudinal en la parte anterior. Están hechos de madera oscura, de una gran leguminosa – baraúna. Las flechas, de cuatro pies de largo, tienen, como es común en las tribus indias, puntas simples o en forma de arpón, según se destinen a la caza mayor, la caza menor o la guerra. Para la caza de pájaros pequeños también se utiliza una flecha de cinco o seis puntas. Una vara puntiaguda y muy pulida, hecha de madera rojiza, se entrega a veces al jefe en la guerra como bastón de mando.	Caza y riesgo de extinción de especies.

Fuente: elaboración propia.

En la lectura de *Através da Bahia* encontramos notas no solo sobre el uso de plantas, sino también sobre animales (etnozoología). Estas notas dialogan con la biología (fisiología animal, paleontología, genética y evolución).

Del fragmento de la página 18, es posible discutir las causas de la sequía en la región noreste de Brasil y la presencia de este fenómeno en otras partes del mundo: factores climáticos, características geográficas y patrones de lluvia en la región. Se puede hablar sobre los impactos de la escasez de agua y cómo esta afecta la supervivencia de los animales, entre ellos, el burro. El *Equus africanus asinus* (también conocido como asno), es un mamífero históricamente utilizado para el transporte y las labores agrícolas. Destaca su resistencia en ambientes secos y su adaptación a condiciones adversas.

Con el fragmento de la página 34, es posible trabajar con los estudiantes sobre el concepto de los fósiles y su importancia para comprender la historia de la evolución biológica. Spix y Martius consideraban que estos restos de animales eran antediluvianos y que eran utilizados por la población local, como fregaderos, y por los zapateros para pulir el cuero.

Entre las páginas 229-230, Spix y Martius hablan de cómo los antiguos pueblos indígenas camacans cazaban y que para esto

utilizaban ciertas armas: arcos que tenían diferentes tipos de flechas con venenos de plantas. El profesor podrá hablar sobre la caza de aves, así como de otros animales, la preservación del medio ambiente y los riesgos de extinción. Se podrá dialogar que hoy, a diferencia de la época de Spix y Martius, muchas especies de animales se están extinguiendo, por ejemplo, *Anodorhynchus leari*, conocida popularmente en el estado de Bahía como el “guacamayo azul”.

### Categoría 3. Etnoecología: sustentabilidad ambiental, urbanización y desarrollo socioambiental, esclavitud y racismo

Tabla 3. Fragmentos con contenidos de la etnoecología

Página	Fragmento de la obra	Posibles temas de diálogo en la enseñanza
218-219	<p>Cada ráfaga de viento que movía las tranquilas copas de los árboles, cada ruido que hacía un animal era advertido por los indios, que arreaban a todas partes los ojitos oscuros y las orejas inclinadas, aprehendiendo, a la vez, todos los actos que se desenvuelven en este gran espectáculo de la naturaleza, por el que pasan, aprovechando según sus necesidades. A veces llamaban a los loros desde las ramas, imitando su grito, a veces miraban a las ardillas huir entre las ramas, a veces atrapaban una paca o coatí, entrando en las madrigueras.</p> <p>Con agilidad recogían de la madera podrida, a su paso, las larvas de grandes escarabajos, que consideraban un excelente manjar, o arrancaban un tallo nuevo de costos, para saciar su sed, chupando su savia.</p> <p>Así, usaban a su favor todo lo que les rodeaba, y seguían el camino con segura prontitud.</p>	La relación de los pueblos indígenas con las plantas y los animales, y sustentabilidad ambiental.
242-243	<p>Nuestro anfitrión, que como escribano de la cámara se creía competente en asuntos de economía nacional, se quejó del descuido en el suministro de esclavos baratos a los colonos.</p> <p>A su juicio, sería de interés del gobierno adelantar estos capitanes vivos a los recién llegados de Portugal, ya que, como blancos, deberían tener derecho a no arar la tierra con sus propias manos.</p> <p>Trató de convencernos de que los habitantes, bajo pena de hambre, estaban obligados a trabajar exclusivamente en la pesca, ya que, según la letra de la ley, no podían dedicarse a la agricultura, sino en proporción al número de esclavos que, además, no podía poseer.</p>	Esclavitud y racismo.
199	<p>Quien eche una mirada llena de encanto a este hermoso paisaje y recuerde que, ya en 1540, allí se fundó una colonia portuguesa, se preguntará con asombro por qué no se encuentra una ciudad populosa y rica, en lugar de unas pocas calles cubiertas de hierba y chozas bajas.</p>	Urbanización y desarrollo socioambiental.

Fuente: elaboración propia.

En varios extractos de su obra, Spix y Martius hablan de las relaciones entre los organismos y el ambiente que los rodea. Este hecho conlleva importantes contribuciones al diálogo en las clases de ciencias, particularmente en el campo de la ecología (sustentabilidad ambiental, urbanización y desarrollo socioambiental, esclavitud y racismo).

Entre las páginas 218 y 219, estos naturalistas revelan la relación del indígena con la naturaleza y el uso de los recursos naturales para su supervivencia. También mencionan la armonía con los animales, el uso de una larva de escarabajo en la alimentación, y el empleo de la savia de una planta para saciar la sed.

El profesor podrá dialogar con los estudiantes sobre el hecho de que muchas comunidades tradicionales alrededor del mundo, incluyendo los pueblos indígenas, han establecido a lo largo de su historia ricas relaciones con la naturaleza que los rodea, y que en muchos casos estas relaciones han contribuido a la preservación y conservación del medio ambiente, con acciones para proteger los ecosistemas y el uso consciente y planificado de los recursos naturales (Tran *et al.*, 2020). A partir de esto, se pueden trabajar conceptos como la *sustentabilidad ambiental*, y llevar a los estudiantes a comprender la importancia de cuidar el patrimonio biocultural de su entorno.

Entre las páginas 242 y 243, Spix y Martius mencionan a los colonos portugueses, quienes creían que no debían arar la tierra con sus propias manos, sino con el uso de esclavos. Con relación a esto, se puede informar que en Brasil la esclavitud dejó huellas negativas que perduran hasta el presente, como el racismo y la intolerancia. El profesor puede ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre sus propios prejuicios, estereotipos y acciones, así como motivarlos a desarrollar la empatía y el entendimiento mutuo, enfatizando la importancia de respetar la diversidad y promover la igualdad.

A partir del fragmento de la página 199, el profesor y los estudiantes pueden dialogar sobre la exploración humana de la naturaleza, particularmente sobre la urbanización y el desarrollo socioambiental. Se puede preguntar cómo la concepción del desarrollo social en Brasil se vincula a la idea de explotación económica de los ambientes naturales, por ejemplo, para la creación de ciudades e industrias. En este sentido, los estudiantes podrán hablar sobre los paisajes naturales de las regiones donde viven, y articular pasado y presente, al señalar que, en Brasil, así como en otros países de América Latina, la ocupación de la tierra se debió a los intereses económicos de los colonizadores europeos que provocaron impactos significativos en los territorios y pueblos originarios, como los pueblos indígenas, que afectaron profundamente sus vidas, culturas y ecosistemas. Además, estos impactos perduran hasta nuestros días, basados en la creencia de que la explotación ambiental es sinónimo de desarrollo social. Como bien argumenta Gumes (2005), es necesario reflexionar sobre la complejidad de los sistemas humanos, naturales y culturales, así como sobre la contextualización de las diversas realidades, sus intereses y propósitos.

## Consideraciones finales

A partir de los datos presentados y discutidos, es posible considerar que los relatos presentes en la obra *Através da Bahia* contribuyen a que los profesores investiguen y comprendan cómo los conocimientos tradicionales fueron representados y caracterizados por los naturalistas de la época, así como sus epistemologías y ontologías, y las posibilidades de diálogo con los contenidos de la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas desde una perspectiva que abarca desde el pasado hasta el presente. En particular, se destacan áreas como la etnobotánica, la etnozología y la etnoecología, y se establecen conexiones específicas con contenidos de la biología, la química y la ecología.

El docente puede investigar, comprender y dialogar sobre temas relacionados con la enseñanza de las ciencias, tales como la clasificación científica, los fósiles de animales, la evolución biológica, la sostenibilidad ambiental, el desarrollo socioambiental, la esclavitud y el racismo, entre otros contenidos escolares.

Los conocimientos tradicionales, que emergen de las relaciones entre ciertos pueblos y la naturaleza, y moldean sus experiencias a lo largo de la historia humana, son de gran valor cuando se integran en el contexto educativo a través del diálogo intercultural en las escuelas. Esta integración puede tener un impacto significativo en la enseñanza, el aprendizaje y la formación docente.

En primer lugar, contribuyen a la enseñanza al ayudar al docente a dinamizar las aulas y establecer conexiones entre estos conocimientos y los contenidos didácticos, a menudo a través de los discursos y representaciones de los propios estudiantes. En cuanto al aprendizaje, al relacionar su conocimiento cultural con el conocimiento científico mediante el diálogo,

los estudiantes pueden comprender mejor los conceptos del currículo y percibir cómo las prácticas científicas pueden contribuir al progreso de sus comunidades y viceversa.

Además, los conocimientos tradicionales contribuyen a la formación docente al desafiar a los maestros a reflexionar sobre sus propias prácticas pedagógicas y reconocer la diversidad de conocimientos disponibles para explicar la naturaleza. Esto les permite ampliar su identidad docente, los sensibiliza frente la diversidad cultural y fomenta una actitud receptiva hacia las diferentes culturas presentes en las aulas. Asimismo, ayuda a formar docentes capaces de identificar y abordar obstáculos, así como de generar o adoptar nuevas estrategias basadas en el diálogo intercultural.

Nuestro objetivo es continuar este trabajo desarrollando y aplicando una secuencia didáctica para el diálogo intercultural que incluya los conocimientos tradicionales descritos por Spix y Martius, particularmente en clases de ciencias naturales en escuelas ubicadas en comunidades tradicionales de Bahía. Estas comunidades son el foco de nuestras investigaciones, orientadas hacia la enseñanza de las ciencias y el fomento del diálogo intercultural.

## Referencias

- Aikenhead, G. (1996). Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52. <https://doi.org/10.1080/03057269608560077>
- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Edições Pedagógicas.
- Arenas, A. y Cairo, C. del. (2009). Etnobotánica, modernidad y pedagogía crítica del lugar. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 14(44), 69-83.
- Baptista, G. (2007). *A contribuição da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de*

ciências: estudo de caso em uma escola pública do estado da Bahia (tesis de maestria). Universidad Federal da Bahia, Brasil.

Baptista, G. y El-Hani, C. (2009). The Contribution of Ethnobiology to the Construction of a Dialogue between Ways of Knowing: A Case Study in a Brazilian Public High School. *Science & Education*, 18(3-4), 503-520. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9173-3>

Baptista, G. (2010). Importância da demarcação de saberes no Ensino de Ciências para Sociedades Tradicionais. *Ciência e Educação*, 16(3), 679-694.

Baptista, G. (2014). Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação do professor e ensino de ciências. *Interações*, 31, 28-53. <https://doi.org/10.25755/int.6369>

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

Cobern, W. (1996). Constructivism and non-Western Science Education Research. *International Journal of Science Education*, 4(3), 287-302. <https://doi.org/10.1080/0950069960180303>

Cobern, W. y Loving, C. (2001). Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education. *Science Education*, 85(1), 50-67. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G)

Costa, R. de A. (2008). Os saberes populares da Etnociência no ensino das ciências naturais: Uma proposta didática para aprendizagem significativa. *Didática Sistêmica*, 8, 162-172.

Crepalde, R. dos S. y Aguiar-Júnior, O. de. (2014). Abordagem intercultural na educação em ciências: da energia pensada à energia vivida. *Educação em Revista*, 30(3), 43- 61. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982014000300003>

Diegues, A. (2000). Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. En A. Diegues (org.), *Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos* (pp. 1-46). Hucitec; Nupaub.

Diegues, A. y Arruda, R. (2001). *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Ministério do Meio Ambiente.

Gomes, M. y Sampaio, J. (2019). Biopirataria e conhecimentos tradicionais: as faces do biocolonialismo e sua regulação. *Veredas do Direito*, 16(34), 91-121.

Gumes, S. (2005). Construção da conscientização sócio-ambiental: formulações teóricas para o desenvolvimento de modelos de trabalho. *Paidéia*, 15(32), 345-354. <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2005000300004>

Kato, D. y Kawasaki, C. (2011). O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares oficiais e de professores. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.

Levi-Strauss, C. (1989). *O pensamento selvagem*. Papyrus.

- Lima, E. (2007). *Diálogos com a natureza, saberes e estratégias dos povos da floresta*. (tesis de doctorado). Universidad Federal de Rio Grande do Norte, Brasil.
- Lima, M. (2011). *Tensões emergentes da educação do campo em torno da construção do conhecimento* (ponencia). Palestra, Simpósio 40 Anos do Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Educação, UFMG.
- Lopes, A. (1999). *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. UERJ.
- Molina, A. y Mojica, L. (2011). Alteridad, diversidad cultural y enseñanza de las ciencias: perspectivas de los profesores. *Educación y Ciudad*, 21, 29-44. <https://doi.org/10.36737/01230425.n21.104>
- Mortimer, E. (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*, 4(3) 265-287. <https://doi.org/10.1007/BF00486624>.
- Olivé, L. (2009). Por una auténtica interculturalidad basada en el reconocimiento de la pluralidad epistemológica. En L. Olivé, B. de S. Santos, C. Salazar, L. Antezana, W. Navia, G. Valencia, M. Puchet, M. Aguiluz, M. Gil, H. Suárez y L. Tapia (orgs.), *Pluralismo epistemológico* (pp. 19-30). Muela del Diablo.
- Pataca, E. y Oliveira, C. (2016). Escrita de micronarrativas biográficas de viajantes luso-brasileiros: aproximações entre história das ciências no Brasil e ensino. *Educação e Pesquisa*, 42(1), 165-180. <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201603137074>
- Posey, D. (1987). Introdução-etnobiologia: teoria e prática. En D. Ribeiro (ed.), *Suma Etnobotânica Brasileira* (pp. 15-25). Vozes.
- Prado, H. y Murrieta, R. (2015). A etnoecologia em perspectiva: origens, interfaces e correntes atuais de um campo em ascensão. *Ambiente e Sociedade*, 18(4), 139-160. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASO-C986V1842015>
- Rocha, J., Boscolo, O. y Fernandes, L. (2015a). Etnobotânica: um instrumento para valorização e identificação de potenciais de proteção do conhecimento tradicional. *Interações*, 16(1), 67-74. <https://doi.org/10.1590/151870122015105>
- Rocha, F., Araújo, M., Costa, N. y Silva, R. (2015b). O uso terapêutico da flora na história mundial. *Holos*, 31(1), 49-61. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2492>
- Rosa, M. y Orey, D. (2014). Aproximando diferentes campos de conhecimento em educação: a Etnomatemática, a Etnobiologia e a Etnoecologia. *Vydia*, 34(1), 1-14.
- Santos-Fita, D. y Costa-Neto, E. (2007). As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozoologia. *Biotemas*, 20(4), 99-110.
- Seixas, R., Calabro, L. y Sousa, D. (2017). A formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. *Thema*, 14(1), 289-303. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.289-303.413>
- Silva, T. (2002). *Documentos e identidade: uma introdução às teorias do currículo*. Autêntica.
- Spix, J. von. y Martius, C. von (1983). *Através da Bahia*. Companhia Editora Nacional. <http://brasilianadigital.com.br/obras/atraves-da-bahia-excertos-da-obra-reise-in-brasilien>
- Stanley, W. y Brickhouse, N. (1994). Multiculturalism, Universalism and Science Education. *Science Education*, 78(4), 387-398. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780405>
- Taquette, S. y Borges, L. (2020). *Pesquisa qualitativa para todos*. Vozes.
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2009). A etnoecologia: uma ciência pós normal que estuda

as sabedorias tradicionais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 20, 31-45. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v20i0.14519>

Tran, T., Ban, N. y Bhattacharyya, J. (2020). A Review of Successes, Challenges, and Lessons from Indigenous Protected and Conserved Areas. *Biological Conservation*, 241, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108271>

Verde, A., Valdés, A., Rivera, D., Fajardo, J., Obón, C., Ruíz-Gallardo, J., Benlloch, V., Ciudad, R., Núñez, P. y Piera, A. (2009). La etnobiología como materia transversal en el currículo de educación secundaria. Una experiencia en Castilla La-Mancha (España). *Ensayos*, 24, 149-162.



## Respuestas de la educación matemática ante la pandemia por COVID-19. Revisión de literatura\*

- Responses of Mathematics Education to the COVID-19 Pandemic: A Literature Review
- Respostas da educação matemática diante da pandemia de COVID-19. Revisão da literatura

### Forma de citar este artículo:

Parra-Zapata, M. M. y Villa-Ochoa, J. A. (2023). Respuestas de la educación matemática en la primera fase de la pandemia por COVID-19. Una revisión de la literatura. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 207 - 224. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18810>

### Resumen



Presentamos una revisión de la literatura en educación matemática durante la primera fase de la pandemia por COVID-19. Nuestro objetivo fue proporcionar una visión panorámica de cómo se abordó la investigación y la enseñanza en este campo durante el inicio de la pandemia. Seleccionamos 50 documentos, los cuales analizamos teniendo en cuenta tanto el ámbito profesional como el científico. En nuestros hallazgos, destacamos los temas, objetos, metodologías y teorías empleadas en la investigación en educación matemática durante esta etapa inicial de la pandemia. Estos hallazgos revelan retos y desafíos, así como la necesidad de ampliar el enfoque para establecer posibles rutas científicas en situaciones de emergencia y crisis por las que debería transitar la investigación en educación matemática.

### Palabras clave

educación matemática; educación en emergencia; crisis; COVID-19

### Abstract

We present a literature review on mathematics education during the first phase of the COVID-19 pandemic. Our aim was to provide an overview of how research and teaching in this field were addressed during the onset of the pandemic. We selected 50 documents, which we analyzed considering both the professional and scientific domains. In our findings, we highlight the themes, objects,

Mónica Marcela Parra-Zapata\*\*   
Jhony Alexander Villa-Ochoa\*\*\* 

\* Declaraciones: la autora y el autor tienen igual grado de contribución en el artículo. No hay conflictos de intereses en el documento. El artículo es producto de la formación doctoral de la primera autora.

\*\* Candidata a doctora en Educación. Profesora e investigadora de la Universidad de Antioquia y de la Secretaría de Educación de Medellín, Colombia. [monica.parra@udea.edu.co](mailto:monica.parra@udea.edu.co)

\*\*\* Doctor en Educación. Profesor e investigador titular de la Universidad de Antioquia. Editor de la revista *Uni-pluriversidad*, Medellín, Colombia. [jhony.villa@udea.edu.co](mailto:jhony.villa@udea.edu.co)



methodologies, and theories employed in research in Mathematics Education research during this initial stage of the pandemic. These findings reveal challenges and obstacles, as well as the need to broaden the focus to establish possible scientific pathways for emergency and crisis situations that in mathematics education research should navigate.

#### Keywords

mathematics education; education in emergencies; crisis; COVID-19

#### Resumo

Apresentamos uma revisão da literatura em educação matemática durante a primeira fase da pandemia de COVID-19. Nosso objetivo foi fornecer uma visão geral de como a pesquisa e o ensino nesse campo foram abordados durante o início da pandemia. Seleccionamos 50 documentos, que analisamos considerando tanto o escopo profissional quanto o científico. Em nossas descobertas, destacamos os temas, objetos, metodologias e teorias empregadas na pesquisa em Educação Matemática durante esta fase inicial da pandemia. Essas descobertas revelam desafios e obstáculos, bem como a necessidade de ampliar o foco para estabelecer possíveis caminhos científicos em situações de emergência e crises pelas quais a pesquisa em educação matemática deveria navegar.

#### Palavras-chave

educação matemática; educação em situações de emergência; crise; COVID-19

## Introducción

Los años 2020, 2021 y 2022 constituyen un periodo excepcional en la historia reciente, marcado por la emergencia global generada por la pandemia<sup>1</sup> de COVID-19. Esta crisis sanitaria sin precedentes trastocó profundamente las rutinas cotidianas, los entornos colectivos y las percepciones del mundo que nos rodea. Además, ha tenido un impacto significativo en la economía y ha redefinido la manera en que enfrentamos diversos desafíos. Las consecuencias de la pandemia, que aún se sienten, han llevado a la educación, en este caso a la educación matemática, a reformular sus prácticas y actuaciones. A pesar de que han transcurrido tres años desde su inicio, la COVID-19 continúa siendo una presencia constante en nuestras vidas, lo que nos ha obligado a aprender a convivir con ella y a ajustar los entornos para seguir adelante.

La pandemia generó, y aún genera, espacios para aprovechar oportunidades que podrían transformar o movilizar las condiciones en la educación de una manera que no teníamos antes de ella (Parra-Zapata y Villa-Ochoa, 2023). Sin embargo, al mismo tiempo, visibilizó aspectos críticos de nuestra sociedad, especialmente en Latinoamérica, como las desigualdades sociales, raciales y de género, la falta de garantías mínimas por parte de los estados, las brechas económicas y culturales, así como la debilidad de los sistemas educativos (Tamayo y Tuchapesk, 2020). También ha revelado las brechas en el ámbito educativo y la pérdida de aprendizaje (Castro *et al.*, 2020). En este contexto, es necesario cuestionar hasta qué punto las prácticas actuales en educación matemática son parte

de las crisis y contribuyen a los escenarios de producción y reproducción de ellas.

El contexto social marcado por la pandemia resalta la importancia de abordar nuevas líneas de investigación que promuevan cambios sustanciales en la educación y en su comprensión científica. En el ámbito de la educación matemática, las transformaciones sociales y las crisis acentuadas exigen una reevaluación de las direcciones que se habían tomado hasta ahora. Esta revisión de la literatura plantea la necesidad de explorar nuevas investigaciones y prácticas que establezcan una agenda de acción en el aula, directamente relacionada con la pandemia y otras crisis.

Al considerar las formas en que respondemos a las emergencias, el enfoque suele centrarse en el momento inicial; sin embargo, la literatura en educación en emergencias considera un marco temporal más amplio para la respuesta humanitaria. Al respecto, la Red Interagencial para la educación en situaciones de emergencia (INEE) (2010) alude a cuatro fases: *la fase de preemergencia* (antes de que se desencadene la emergencia); *fase de emergencia* (cuando se desencadena la emergencia, inicia su comprensión y alcanza su punto culminante); *fase de estabilización* (cuando se satisfacen necesidades inmediatas de la emergencia); y *fase de retorno-recuperación* (cuando hay un retorno a los procesos anteriores y la atención se centra en la reconstrucción). Estas fases pueden solaparse de modo que el trabajo de una fase implica planificar las siguientes.

En este artículo presentamos una revisión de la literatura que explora las respuestas de la educación matemática en la primera y segunda fase de la pandemia, y plantea desafíos y posibilidades para la educación matemática de cara a las fases posteriores. Comprender las respuestas de una disciplina como la

1 El virus se llama SARS-CoV-2 y la enfermedad que causa se denomina COVID-19. La pandemia es la manifestación social de la propagación del virus y la enfermedad en los sistemas sociales globales.

educación matemática es crucial, ya que proporciona información valiosa para la actuación y la investigación, y ofrece la posibilidad de analizar y cuestionar el *statu quo* de las prácticas en situaciones de emergencia y crisis.

El objetivo de la revisión fue reconocer cuáles fueron las respuestas en el ámbito profesional e investigativo en educación matemática en la *fase de emergencia* generada por la pandemia por COVID-19. Para ello, formulamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles fueron las respuestas en el ámbito profesional e investigativo en educación matemática en la fase de emergencia generada por la pandemia por COVID-19?

En las secciones siguientes de este artículo, describimos la metodología que seguimos para abordar esta pregunta, presentamos los resultados de nuestra revisión y su discusión en términos de temas, objetos de estudio, metodologías y teorías relevantes en el ámbito profesional e investigativo de la educación matemática durante la *fase de emergencia* de la pandemia. Finalmente, concluimos con reflexiones sobre las implicaciones de nuestros hallazgos y la necesidad de ampliar el enfoque de investigación y enseñanza, para otras posibles trayectorias en la educación matemática. Incluimos al final las referencias.

## Metodología

Realizamos una revisión sistemática de la literatura utilizando métodos narrativos, como el estudio bibliográfico que involucra la exploración, recopilación, descripción, análisis, síntesis y discusión de la información publicada sobre un tema específico, incluyendo un análisis crítico del estado actual del conocimiento (Arnau-Sabatés y Sala, 2020). Además, este método nos permitió actualizar e informar sobre el estado de un tema, comparar la información de diferentes fuentes y conocer la tendencia de las investigaciones, entre otros aspectos (Dijkers, 2009).

Para llevar a cabo este proceso, seguimos el procedimiento recomendado por Arnau-Sabatés y Sala (2020), que consta de las siguientes fases: diseñar la estrategia de búsqueda, identificar y seleccionar la literatura relevante, almacenar y registrar los resultados de la búsqueda, y analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados. A continuación, detallamos dicho proceso.

### Fase 1. Diseñar la estrategia de búsqueda

Consiste en definir la manera como se llevará a cabo la revisión de la literatura de acuerdo con las preguntas de investigación o categorías iniciales que la dirigen. Utilizamos una revisión sistemática con métodos narrativos explícitos, para captar información relevante generada durante la *fase de emergencia* de la pandemia. La pregunta de investigación y el objetivo se presentaron en la introducción. Luego, diseñamos los procedimientos para recopilar datos y establecimos criterios de inclusión y exclusión, los cuales detallaremos en fases posteriores.

## Fase 2. Identificar y seleccionar la literatura relevante

Consiste en reconocer los documentos para la revisión según la inclusión de estudios actuales y obras relevantes y significativas del tema de estudio. Incorpora un número significativo de los trabajos desarrollados en el tema de revisión, minimiza el riesgo de sesgos y presenta los elementos de manera ordenada y agrupada en temas.

Realizamos una búsqueda exhaustiva de la literatura publicada entre enero del 2021 y junio del 2022 en varias bases de datos, incluyendo Springer, Scopus, Scielo y Dialnet. Las ecuaciones de búsqueda utilizadas fueron “Mathematics Education and COVID-19” OR “Educación Matemática y COVID-19”. Además, realizamos una búsqueda en Google Académico y en las revistas: *Revista de Investigación Educativa*, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, *Dialogia*, *Revista Latinoamericana de Etnomatemática* y *ALME* (revista de evento). Este último proceso fue necesario ya que gran parte de la documentación (profesional y científica) provenía, en ese momento de la emergencia, de relatos rápidos o de publicaciones dirigidas, en lugar de revistas revisadas por pares, indexadas en bases de datos académicas.

Los criterios de inclusión se basaron en que los documentos hubiesen sido publicados entre marzo del 2020 y junio del 2022, pero que se refirieran a acciones durante la fase de *emergencia* de la pandemia, que estuviesen focalizados en procesos de enseñanza e investigación en diferentes niveles educativos y que estuvieran escritos en inglés o español. Los criterios de exclusión refieren a documentos que, aun siendo publicados en el periodo anterior, no aludieran a una actuación propia a la emergencia por COVID-19, que fueran columnas o editoriales de opinión y que estu-

viesen escritos en un idioma diferente al inglés o al español.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, revisamos títulos, resúmenes y palabras clave para identificar documentos relevantes con relación a la educación matemática durante las fases de *preemergencia* y *emergencia* de la pandemia. Luego, utilizamos la estrategia bola de nieve, revisamos las referencias bibliográficas de los documentos seleccionados en las bases de datos para identificar literatura adicional de interés. En total, identificamos 85 artículos relevantes, de los cuales seleccionamos y analizamos 50.

## Fase 3. Almacenar y registrar los resultados de la búsqueda

Consiste en modelar y organizar las referencias seleccionadas de acuerdo con su pertinencia y a través de temas que se revisan, lo que permite contextualizar el estudio y evidenciar los conocimientos y vacíos de conocimiento en torno a la pregunta de investigación. Iniciamos este proceso con el diseño de una hoja de *Sheets* de extracción de datos específica para recopilar información sistemáticamente relacionada con nuestro objetivo en la revisión.

Consecutivamente, realizamos la lectura asistida por el software ATLAS.ti<sup>92</sup> para catalogar los documentos en ámbito profesional y ámbito científico. Llevamos a cabo una codificación y categorización basada en el tipo de documento, intereses de estudio, tema central y líneas de acción. Esta codificación permitió la creación de una red categorial que nos ayudó a identificar patrones, tendencias, convergencias y contradicciones en los documentos. La búsqueda en las bases de datos y

2 Contamos con licencia paga para uso del software.

revistas especializadas de educación matemática se ajustó de acuerdo con estas categorías previamente establecidas.

#### Fase 4. Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados

Consiste en establecer las conclusiones de las tendencias y los desarrollos en la literatura. Al ordenar y reorganizar la codificación, surgieron categorías temáticas que dieron cuenta y razón de las respuestas de la educación matemática a nivel profesional y científico durante la *fase de emergencia* de la pandemia. Estos temas fueron presentados y analizados en el estudio para responder a la pregunta de investigación y resaltar las direcciones futuras de investigación y enseñanza en educación matemática.

#### Resultados y discusión

En este apartado cuestionamos el *statu quo* de la educación matemática, tanto a nivel de la investigación como de la enseñanza, en distintas emergencias y sus crisis. Presentamos posibilidades de actuación e investigación a partir de algunos asuntos develados por la pandemia en el campo de la educación matemática. Dichas posibilidades surgieron de las actuaciones de respuesta a las crisis por parte de profesoras y profesores e investigadoras e investigadores ante el aislamiento social preventivo, en el que primó la necesidad de conservar abierta la escuela y continuar la investigación y la enseñanza a pesar de la emergencia.

Para abordar esta discusión, clasificamos los documentos en dos líneas: una basada en la actuación ante las emergencias en experiencias pedagógicas (ámbito profesional) y otra en procesos investigativos (ámbito científico) en educación matemática, particularmente en el contexto de la COVID-19. En cada línea, presentamos unas categorías y elementos que las constituyen. Proponemos estos asuntos en las tablas 1 y 2, los cuales profundizamos a lo largo del apartado.

Tabla 1. Educación matemática (ámbito profesional) en pandemia

Ámbito	Categorías	Elementos
Profesional	Experiencias previas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias preconcebidas</li> <li>• Conocimiento cotidiano</li> <li>• Atención primaria</li> </ul>
	Redefinir roles e insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de saberes</li> <li>• Trabajo colaborativo</li> </ul>
	Acompañamiento de familias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incertidumbre</li> <li>• Aprendizajes</li> <li>• Trabajo colaborativo</li> </ul>
	Uso de tecnología en el escenario escolar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta</li> <li>• Ambientes-escenarios de aprendizaje</li> <li>• Integración</li> </ul>
	Componente emocional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emociones y actitudes</li> <li>• Creencias</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Los documentos del ámbito profesional (tabla 1) muestran que la labor de las profesoras y profesores de matemáticas durante el confinamiento fue una situación compleja que transformó la experiencia en el aula. Ante esta realidad, se observó una ruptura de la cotidianidad docente que requirió respuestas creativas para evitar la paralización de la enseñanza y garantizar que sus estudiantes continuaran la educación dentro del sistema escolar (Ortiz-Buitrago y Sánchez-Tovar, 2020; Zhou *et al.*, 2020).

Las medidas ocasionadas por el confinamiento y la ausencia de una edificación común para el desarrollo de procesos educativos posibilitaron una manera distinta de encuentro, más allá de las plantas físicas, que permitió ampliar el concepto de *escuela* como un lugar espacial y temporal para asumirlo como un sistema de sentidos, comunicaciones e interacciones de personas que encuentran en el acontecimiento de *estar-aprendiendo, estar-diciendo, estar-haciendo, estar-siendo*, una disculpa para reconfigurar los modos perdidos que dejan las emergencias (Mèlich, 1998).

Las respuestas se basaron en la utilización de *experiencias previas* y conocimientos existentes, adaptándolos al nuevo contexto de enseñanza remota. Estas respuestas, impulsadas por la creatividad, las habilidades, el conocimiento disciplinario y las actitudes de las profesoras y profesores, se centraron en cómo llevar el conocimiento matemático al entorno cotidiano de sus estudiantes y en la preparación para futuras emergencias educativas (Parra-Zapata y Balda, 2023; Rocha y Armijo, 2021; Scott, 2021; Zhang *et al.*, 2020).

La categoría *redefinir roles e insumos* destacó la necesidad de replantear las condiciones y considerar aspectos curriculares, la creación de contenido digital e impreso relacionado con el currículo, y la revisión de

la priorización de competencias y contenidos (Souza, 2021; Vásquez *et al.*, 2020). Las profesoras y profesores asumieron un rol más activo al tomar decisiones en las instituciones educativas que influyeron en el programa de estudios y en la evaluación. Además, se abrieron oportunidades para el trabajo colaborativo y la redefinición de roles, tanto en términos de enseñanza como de comprensión de las y los estudiantes frente a la pandemia (Olfos *et al.*, 2021).

En lo que refiere al *acompañamiento de las familias*, los documentos indican que estas se vieron involucradas en actividades que antes eran responsabilidad exclusiva de la escuela. Esto condujo a una nueva relación entre la escuela y las familias, ahora con un mayor empoderamiento. Sin embargo, también surgieron incertidumbres y preocupaciones con relación a cómo orientar el proceso educativo en el hogar (Zhang *et al.*, 2020; Sullivan *et al.*, 2020). Los documentos resaltan una preocupación en las familias sobre cómo orientar el proceso de aprendizaje del área en casa. Algo similar sucedió en lo relacionado con la participación de las familias en la elaboración de material, en las mediciones realizadas por estudiantes y en el acompañamiento para movilizar los conocimientos (González y Caraballo, 2021; Olfos *et al.*, 2021; Carvajal, 2021).

En los documentos se indica que, en el escenario escolar, debido a la pandemia, en cuanto al *uso de la tecnología*, se generó un cambio disruptivo en el ámbito escolar, donde la tecnología no solo se convirtió en una herramienta de apoyo, sino en el medio esencial para la interacción entre profesoras y profesores, familias y estudiantes (de Souza, 2021; Candray, 2021). Esta situación de cambio repentino, de una enseñanza presencial a una enseñanza remota, generó diversos interrogantes para la investigación educativa, por

los numerosos efectos que tiene y que todavía hoy son desconocidos (González y Caraballo, 2021 ; Ruiz y Poveda-Vásquez, 2021).

A pesar de ello, la pandemia hizo evidente, también, la realidad de gran parte de las escuelas en cuanto a la vulnerabilidad y la brecha tecnológica respecto a la indisponibilidad de dispositivos y conexión a Internet (Tamayo y Tuchapesk, 2020). Esto ocasionó que no toda la enseñanza fuese *online* y que gran parte de la población recibiera enseñanza a distancia, por medio de guías físicas de enseñanza y aprendizaje que permitieron el trabajo en casa sin conectividad. Incluso una gran cantidad de estudiantes dependieron de la radio y la televisión como sus principales medios de educación (Parra-Zapata y Balda, 2023; SNETI, 2021; Zhang *et al.*, 2020).

Por último, reconocemos en los documentos el *componente emocional* en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Se indica en ellos que las experiencias emocionales pueden afectar significativamente el aprendizaje, influyendo en la atención, la memoria, la acción, la seguridad y la salud de las y los estudiantes (Candray, 2021). Se reconoce la necesidad de desarrollar el componente emocional en la enseñanza de las matemáticas, lo que implica considerar las actitudes y creencias de las y los estudiantes como parte integral de su desarrollo (Bloom y Quebec, 2020; Sullivan *et al.*, 2020). Además, se destacaron desafíos emergentes relacionados con la motivación y el compromiso de las y los estudiantes.

En las respuestas educativas, en el ámbito profesional, mostramos que se basaron en la experiencia y reconocieron la enseñanza de las matemáticas para abordar la emergencia por la COVID-19. Aunque las matemáticas contribuyeron a la comprensión del problema, se identificaron limitaciones en términos de organización, sistematicidad y respuesta informada ante la emergencia. Este asunto puede consolidarse como una acción científica en busca de posibilidades creativas que aporten a la solución de problemas sociales y que generen otras comprensiones de la realidad social (Padrón, 2007).

En resumen, la caracterización que presentamos en la tabla 1 refleja las respuestas educativas en el ámbito profesional durante la *fase de emergencia* de la pandemia en el campo de la educación matemática. Estos hallazgos sirven de punto de referencia para marcar posibles trayectorias científicas por las que podría transitar la investigación educativa (Colás-Bravo, 2021) y subrayan la importancia de abordar los desafíos que surgen durante las emergencias educativas. La pandemia, en última instancia, se percibe como una oportunidad para problematizar asuntos inherentes a los sistemas educativos (Pigozzi, 1999), en este caso al campo de la educación matemática.

Tabla 2. Educación matemática (ámbito científico) en pandemia

Ámbito	Categorías	Elementos
Científico	Objetos de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propósitos de la educación matemática</li> <li>• Currículo y evaluación en matemáticas</li> <li>• Formación docente</li> <li>• Accesibilidad y equidad</li> <li>• Rol de las familias</li> <li>• Uso de tecnología y sus posibilidades</li> </ul>
	Teorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitivas</li> <li>• Constructivistas</li> <li>• Socioculturales o críticas</li> </ul>
	Metodologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación cualitativa</li> <li>• Investigación cuantitativa</li> <li>• Investigación mixta</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, los documentos del ámbito científico (tabla 2) dejan ver que la investigación en educación matemática continuó en medio de la emergencia, en este caso, la pandemia. Resaltamos que la investigación en torno al tema era emergente en ese momento y está en desarrollo, lo cual es comprensible dado que durante la emergencia es prioritario entenderla, atenderla y salvar vidas. En esta línea, se han realizado publicaciones de números especializados en la disciplina, como en *Educational Studies in Mathematics [ESM]*, *Journal for Research in Mathematics Education [JRME]*, *Revista de Investigación Educativa*, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, *Dialogia*, *Bolema*, *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, *Eurasia*, *RELIME*, *ALME*, entre otros.

En lo que refiere a los objetos de estudio, encontramos un especial interés por indagar, en el contexto de la emergencia, los propósitos de la educación matemática, el currículo de matemáticas, la formación docente, la accesibilidad y la equidad, el rol de las familias, los aspectos emocionales, el uso de la tecnología y sus posibilidades, y la evaluación.

Frente a los *propósitos de la educación matemática*, se demarca el interés en objetivos que vinculan acciones y conocimientos que

deben movilizarse para entender y atender la emergencia. En ese sentido, se propende por el desarrollo de procesos matemáticos en las y los estudiantes que les permitan comprender el fenómeno que ocurre y establecer medidas de actuación ante él. Se busca que a partir del conocimiento matemático sea posible reflexionar acerca de sus propias acciones, y considerar sus impactos sociales, culturales, económicos y ambientales (Villa-Ochoa *et al.*, 2022; Borba, 2021; Bakker *et al.*, 2021). Los propósitos también se asocian a que la educación matemática debería preocuparse por generar espacios para la toma de decisiones con el conocimiento matemático dentro y fuera del aula. Espacios que posibiliten a las y los estudiantes participar en un discurso matemático significativo que promueva el razonamiento y el análisis crítico de las situaciones de emergencia y cómo atenderlas (Krause *et al.*, 2021; Bakker *et al.*, 2021).

De lo anterior, se evidencia que, aunque en el campo se reconoce la necesidad de transformar los propósitos para el escenario particular de la emergencia, estos propósitos ponen el centro solo en los procesos de enseñanza y aprendizaje y dejan de lado las situaciones, vulneraciones y desigualdades que demarcan las emergencias y sus crisis como

centro. En este escenario, los enfoques sociopolíticos de la educación matemática ganan importancia, pues proporcionan una visión amplia de las características involucradas en las emergencias y el rol de la educación matemática para ocasionarlas o perpetuarlas y trascender el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Vithal y Valero, 2003; Valoyes-Chávez *et al.*, 2024).

Con relación al *currículo de matemáticas*, evidenciamos reestructuraciones como respuesta inicial a la crisis. Se dieron reorganizaciones para flexibilizar el currículo, lo que llevó a modificar los contenidos y las maneras en que se relacionan las matemáticas con otras disciplinas, de conformidad con las condiciones psicológicas, el tiempo, la conexión y las necesidades (Bakker *et al.*, 2021; Yaniawati *et al.*, 2020; Castro *et al.*, 2020). Especialmente en lo referido a cómo se aprende matemáticas y cómo evaluar durante la emergencia y al pensar en otras posibilidades para la enseñanza de las matemáticas, con estrategias y enfoques basados en la apropiación de las matemáticas a las necesidades del contexto (Poveda-Vásquez y Manning-Jara; 2021; Chan *et al.*, 2021; Wijaya, 2020). De acuerdo con lo anterior, para los planes de estudios de matemáticas se generaron desafíos, para las exigencias de la emergencia, con flexibilizaciones que evitaban sobrecargas de temas y que abordaban temáticas contextuales actuales (Albano *et al.*, 2021; Mulenga y Marbán, 2020).

Algunos documentos reportan que el aprendizaje en casa implicó escenarios de autorregulación que desencadenaron procesos de autonomía en estudiantes (Cassibba *et al.*, 2021; Albarrán *et al.*, 2020; Saucedo y Marrugo, 2020). No obstante, se argumenta también que en ocasiones el aprendizaje en casa ocasionó rezagos o retrocesos y que hubo alta deserción escolar (Olfos *et al.*, 2021; Colás-Bravo, 2021). El cambio también se reflejó en oportunidades para algunas familias de enseñar y aprender matemáticas en casa, en contextos escolares y no escolares (Tamayo y Tuchapesk, 2020; Matthews *et al.*, 2021). Los procesos anteriores en múltiples ocasiones se vieron afectados por factores asociados con la desigualdad social que demarcó la pandemia.

En cuanto a la *formación docente*, los documentos reportan la necesidad de fortalecer conocimientos y habilidades de profesoras y profesores para hacer uso de ellos según las exigencias y los enfoques de la emergencia (Albano *et al.*, 2021; Castro *et al.*, 2020), de tal manera que quien enseña haga frente a las exigencias de enseñar en un contexto de emergencia. Aunque el campo de la educación matemática es amplio, cada vez se generan nuevos desafíos (demandas sociopolíticas, nuevos contextos interculturales, entornos digitales, entre otros) que se hacen evidentes tanto en la investigación como en las aulas; de ahí que se requiera formación para enfrentar estos desafíos (Bakker *et al.*, 2021; Llinares, 2021).

Por su parte, en lo que refiere a la *accesibilidad y la equidad* frente a los recursos, se resalta que en algunos países el acceso a dispositivos electrónicos e Internet no es fácil o es nulo, lo que generó brechas que obstaculizaron o

dificultaron el aprendizaje de las matemáticas (Castro *et al.*, 2020; Mulenga y Marbán, 2020; Wijaya, 2020). Si bien en muchos casos las dificultades, o la inexistencia de recursos, se suplieron con el cambio de los recursos en línea a otros tipos de medios como la radio, la televisión o la impresión en papel (Borba, 2021; Tamayo y Tuchapesk, 2020), esto develó necesidades de mejoramiento de las condiciones de vida de las personas y puso al descubierto escenarios de inequidad e injusticia, tanto para estudiantes como para profesoras y profesores.

En cuanto al *rol de las familias*, en los documentos investigativos destacamos que dan cuenta y razón de una relación cada vez más estrecha entre escuela y hogar, en cuanto a que la mayoría del aprendizaje se dio en casa y fueron las familias quienes apoyaron este proceso (Sullivan *et al.*, 2020); sin embargo, también se hicieron visibles escenarios de abandono y vulneración. Asimismo, se fomentaron en estudiantes y familias actitudes positivas hacia las matemáticas; esto permitió, en cierta medida, acabar con el miedo y la concepción social de que las matemáticas son una asignatura difícil (Carvajal, 2021; Castro *et al.*, 2020). En este sentido, develamos la necesidad de fortalecer la comunicación con las familias para hacerlas partícipes del proceso educativo, con herramientas que permitan orientarlas para favorecer el desarrollo del pensamiento matemático en casa (Bakker *et al.*, 2021).

En cuanto al *uso de recursos tecnológicos*, resaltamos de los documentos el uso de recursos diversos y cómo estos promovieron el diseño de cursos con enlaces a diversos sitios adicionales para compartir materiales que favorecieran una enseñanza dinámica de las matemáticas. En este punto hacemos visible la necesidad de formación docente en este campo, dado que en muchos casos profesoras

y profesores asumieron el reto de la docencia en línea en clases de matemáticas sin los conocimientos adecuados y esto les resultó abrumador (Villa-Ochoa *et al.*, 2022; Bakker *et al.*, 2021; Llinares, 2021).

Al clasificar las posturas teóricas y conceptuales especificadas en los documentos de investigación, establecimos vínculos con relación a los objetos de estudio y cómo se abordaron en la investigación en la educación matemática en la *fase de emergencia* de la pandemia. Así, observamos investigaciones cognitivas, constructivistas, socioculturales y críticas que convergen en la investigación. Es importante señalar que en algunos documentos no se declara la postura teórica.

Las posturas teóricas *socioculturales* o *críticas* consideran el conocimiento matemático a partir de las realidades vividas en los contextos de la emergencia (por ejemplo, la educación matemática crítica, la etnomatemática, la antropología o la teoría de la actividad). En estas posturas se visibilizan la inclusión de los sistemas de prácticas sociales y culturales en los que intervienen las matemáticas y las responsabilidades que la sociedad asigna a la educación matemática para lograr que cada vez más personas tengan oportunidades de acceso equitativo al conocimiento y propendan a la toma de decisiones para y con las matemáticas. En este componente se evidencia un fuerte énfasis en estas teorías, que quizá puede interpretarse como una respuesta a las emergencias, que privilegia la valoración de la vida y el rol social y político de las disciplinas (Chan *et al.*, 2021; Matthews *et al.*, 2021; Aldon *et al.*, 2021).

También evidenciamos *posturas constructivistas* que se centran en la concepción de un mundo social que genera, en el aula de matemáticas, experiencias de aprendizaje auténticas que ofrecen al y a la estudiante la

oportunidad de ser partícipe y autor de su propio conocimiento (Santibáñez y Vásquez, 2021; Ortiz-Buitrago y Sánchez-Tovar, 2020). Encontramos también investigaciones en *posturas cognitivas* basadas en estrategias de indagación empírica, las cuales reconocieron la habilidad de ejecución de una tarea matemática en el contexto de la pandemia y la comprensión de los conceptos y los procedimientos que implica la tarea. Estos documentos se enfocan en características del diseño de tareas que responden a la naturaleza de los conceptos y a la disposición afectiva y cognitiva con que cuentan las y los estudiantes en un momento determinado (Saucedo y Marrugo, 2020).

Finalmente, en la categoría de *metodologías*, resaltamos una clasificación tradicional de ellas, pues en las investigaciones se utilizaron principalmente procedimientos *cualitativos* o *mixtos*. En cuanto a la *investigación cualitativa*, se reportan enfoques descriptivos e interpretativos en los que se pretende resolver problemas prácticos, reales y concretos. Su objetivo es describir la realidad en el contexto de la emergencia y generar elementos para transformar la práctica educativa en esta situación (Conde-Carmona y Padilla-Escorcia, 2021; Aldon et al., 2021; Albarrán et al., 2020) y enfoques de tipo documental que permiten, a partir de los datos obtenidos en la emergencia, generar hipótesis, sugerir vías de solución, plantear problemas o tomar decisiones para investigaciones posteriores (Castro et al., 2020). También se reportan investigaciones de tipo narrativo o biográficas que, a partir del relato de las experiencias, proponen cuestionamientos para el momento de la crisis (Krause et al., 2021).

Las investigaciones con *enfoque mixto* parten de la recolección y análisis de datos producidos en el contexto de la emergencia para probar hipótesis establecidas previamente, así como el análisis y el sustento, a partir de descripciones y observaciones de fenómenos y comportamientos producidos en medio de la emergencia y cómo se responde a ellos con las matemáticas (Yaniawati et al., 2020; Wijaya, 2020). También se llevaron a cabo algunos procesos cuantitativos con enfoque descriptivo, escalas tipo Likert y estudios correlacionales (Cassibba et al., 2021; Torres et al., 2021).

En las metodologías presentadas en los documentos, se encuentra una estrecha relación con los objetos de estudio en medio de la pandemia, diseños que fueron orientados por los objetivos de cada investigación, en la medida en que los recursos metodológicos permitieron describir e interpretar los acontecimientos en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la pandemia y hacer una descripción objetiva para develar las realidades a partir de las interpretaciones construidas en colectivo con quienes participaron en los procesos.

Los asuntos que informamos en la tabla 2 revelaron que, en el contexto de la *fase de emergencia* de la pandemia, en la investigación en educación matemática, la preocupación se centró en problemas y objetos de investigación cuya solución tuvo alguna posibilidad práctica y con los que se pudo entender una parte de la realidad para que alguien pueda transformarla. En este sentido,

los análisis y relaciones que presentamos a partir de las anteriores categorías dan cuenta de los desafíos de la educación matemática en el contexto de la pandemia, especialmente en lo que tiene que ver con la consideración de las emergencias como objeto propio de investigación en el campo. Estos desafíos son reconocidos como resultado de la confrontación entre las respuestas dadas por la disciplina ante la emergencia y los intereses de investigación propios de ella.

En los documentos de *investigación* se evidencia que la emergencia, en este caso la pandemia, se concibe solo como un contexto de desarrollo para el estudio de los problemas de investigación que se desarrollan en el campo de la educación matemática. Estos documentos dejan ver la necesidad de llevar a cabo investigaciones sobre problemáticas no consideradas previamente o que se han dejado de lado. La investigación en educación matemática será diferente; algunos de esos aspectos que la diferencian ya se conocen, pues se han estudiado continuamente y otros aún se desconocen y requieren ser investigados (Villa-Ochoa *et al.*, 2022; Borba, 2021; Bakker *et al.*, 2021; Llinares, 2021; Castro *et al.*, 2020).

Con los resultados de esta revisión de la literatura, evidenciamos algunos elementos de qué se hace, cómo se hace y qué falta por hacer en la educación matemática en tiempos de pandemia. En esta medida, estos resultados tienen varias implicaciones para la investigación futura en otras emergencias. Con esta categorización dejamos en evidencia el complejo escenario de la práctica profesional e investigativa en educación matemática en medio de las emergencias (en este caso una pandemia), que lleva a replantear permanentemente los fines y los propósitos de la educación matemática como disciplina científica y de la investigación en

educación matemática en sí, y que requieren la vinculación de todas las partes interesadas en el ámbito educativo para responder a los retos que imponen las crisis.

## Conclusiones

El objetivo de esta revisión fue reconocer las respuestas en el ámbito profesional e investigativo en educación matemática en la *fase de emergencia* de la pandemia por COVID-19, con el propósito de ampliar su comprensión y señalar posibles trayectorias profesionales y científicas por las que podría transitar esta disciplina. Destacamos dos hallazgos principales.

En primer lugar, se observa que se han generado iniciativas profesionales en educación matemática como respuesta a la emergencia. Sin embargo, se requiere avanzar hacia investigaciones que analicen profundamente las respuestas educativas implementadas durante la pandemia. Esto implica comprender cómo se llevaron a cabo los procesos de transformación educativa y cuál fue el rol desempeñado por las disciplinas en contextos de emergencia y crisis. Estas investigaciones pueden contribuir a obtener respuestas fundamentadas en la evidencia científica.

En segundo lugar, se resalta que las respuestas investigativas de la educación matemática ante la emergencia se han centrado principalmente en utilizar la pandemia como un contexto de aplicación de teorías y metodologías ya existentes. Sin embargo, en pocos casos se han considerado las emergencias y sus crisis como objeto central de estudio. Esto lleva a una falta de visibilidad de las crisis como objeto de estudio y genera que, de alguna manera, como campo, seamos parte sustantiva de las crisis y contribuyamos a propiciar sus escenarios de producción y reproducción.

A partir de esta revisión de literatura, proponemos tres líneas en las que podrían centrarse futuras investigaciones.

Primero, considerar las crisis como objeto central de estudio para repensar el rol de la educación matemática en su origen, perpetuación o mitigación. Esto implica investigar cómo las emergencias y sus crisis afectan la agenda de la educación matemática en términos de objetos, teorías y metodologías, algunos de los cuales son conocidos, mientras que otros emergen debido a las necesidades y la incertidumbre de las crisis.

Segundo, investigar las acciones tomadas en el ámbito profesional durante la emergencia. Esto incluye evaluar científicamente las medidas adoptadas durante el confinamiento, el uso de tecnologías a gran escala, la adaptación del currículo y las desigualdades sociales en la clase de matemáticas. Estos estudios proporcionarán valiosos insumos para futuras emergencias.

Tercero, proponemos llevar a cabo nuevos desarrollos investigativos en el campo de la educación matemática en situaciones de emergencia y sus crisis. Esto implica avanzar en metodologías, teorías y objetos de estudio que se enfoquen en respuestas educativas con evaluación continua de sus impactos y adaptabilidad a diferentes crisis y emergencias.

## Agradecimientos

Este artículo es producto de la formación doctoral de la primera investigadora. Agradecemos a la doctora Luz Edith Valoyes-Chávez por las discusiones académicas en la pasantía doctoral de la primera autora, que permitieron consolidar los resultados y conclusiones de este artículo. También queremos expresar nuestro agradecimiento al proyecto CODI de la convocatoria programática 2020, código 2020-34799 de la Universidad de Antioquia. Además, este artículo fue revisado en cuanto a estilo y normas técnicas por Sebastián Aguirre Duque<sup>3</sup>. A él, muchas gracias.

## Referencias

- Albano, G., Antonini, S., Coppola, C., Dello, U. y Pieri, A. (2021). "Tell Me About": A Logbook of Teachers' Changes from face-to-face to Distance Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 15-34. doi.org/10.1007/s10649-021-10108-2
- Albarrán, L., Gómez, I. y Arteaga-Martínez, B. (2020). El aprendizaje del álgebra en educación secundaria: las estrategias metacognitivas desde la tecnología digital. *Dialogia*, 35, 49-72. doi.org/10.5585/dialogia.n36.18279

- Aldon, G., Cusi, A., Schacht, F. y Swidan, O. (2021). Teaching Mathematics in a Context of Lockdown: A Study Focused on Teachers' Praxeologies. *Education Sciences*, 11(38), 1-38.
- Arnau-Sabatés, L. y Sala, J. (2020). *La revisión de la literatura científica: pautas, procedimientos y criterios de calidad*. Departament de Teories de l'Educació i Pedagogia Social.
- Bakker, A., Cai, J. y Zenger, L. (2021). Temas futuros de la investigación en educación matemática: una encuesta internacional antes y durante la pandemia. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 1-24. doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w
- Bloom, M. y Quebec, S. (2020). How the COVID-19 Pandemic Reveals Gaps in Science and Mathematics Instruction. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(2), 1-5.
- Borba, M. (2021). The Future of Mathematics Education since COVID-19: Humans-with-Media or Humans-with-non-Living-Things. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 385-400. doi.org/10.1007/s10649-021-10043-2
- Candray, J. (2021). Diálogos sobre la enseñanza de la matemática en tiempos de pandemia: una experiencia de docentes salvadoreños. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 114-134.
- Carvajal, R. (2021). Matemática en tiempos de pandemia: rol de la familia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 15(19), 135-145.
- Cassibba, R., Ferrarello, D., Mammana, F., Musso, P., Pennisi, M. y Taranto, E. (2021). Teaching Mathematics at Distance: A Challenge for Universities. *Education Sciences*, 11(1), 1-20.
- Castro, W., Pino-Fan, L., Lugo-Armenta, J., Toro, J. y Retamal, S. (2020). A Mathematics Education Research Agenda in Latin America Motivated by Coronavirus Pandemic. *Eurasia. Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(12), 1-14. doi.org/10.29333/ejmste/9277
- Chan, M., Sabena, C. y Wagner, D. (2021). Mathematics Education in a Time of Crisis-a Viral Pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 1-13.
- Colás-Bravo, M. (2021). Retos de la investigación educativa tras la pandemia COVID-19. *Revista de Investigación Educativa*, 39(2), 319-333. dx.doi.org/10.6018/rie.469871
- Conde-Carmona, R. y Padilla-Escorcia, I. (2021). Aprender matemáticas en tiempos del COVID-19: Un estudio de caso con estudiantes universitarias. *Educación y Humanismo*, 23(40), 1-19. doi.org/10.17081/eduhum.23.40.4380
- Dijkers, M. (2009). The Value of "Traditional" Reviews in the Era of Systematic Reviewing. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(5), 423-430.
- González, S. y Caraballo, J. (2021). Educación matemática en el periodo de pandemia de Covid-19, República Dominicana. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 77-92.
- INEE. (2010). *Normas mínimas para la educación: preparación, respuesta, recuperación*. Unicef; Tacro. https://inee.org/es/resources/inee-minimum-standards
- Krause, C. Martino, P. di. y Moschkovich, J. (2021). Tales from Three Countries: Reflections during COVID-19 for Mathematical Education in the Future. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 87-104.

- Llinares, S. (2021). Educación matemática y COVID-19 en las Américas: limitaciones, adaptaciones, y lecciones aprendidas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 12-28.
- Matthews, L., Jessup, N. y Sears, R. (2021). Looking for "Us": Power Reimagined in Mathematics Learning for Black Communities in the Pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 333-350. doi.org/10.1007/s10649-021-10106-4
- Mèlich, J. (1998). *Totalitarismo y fecundidad. La filosofía frente a Auschwitz*. Anthropos.
- Mulenga, E. y Marbán, J. (2020). Is COVID-19 the Gateway for Digital Learning in Mathematics Education? *Contemporary Educational Technology*, 12(2), 1-11.
- Olfos, R., Estrella, S. y Isoda, M. (2021). Una iniciativa educativa chilena para atenuar el impacto en el aprendizaje de matemática en estudiantes del grado 1 durante el aislamiento social por COVID-19. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 104-113.
- Ortiz-Buitrago, J. y Sánchez-Tovar, L. (2020). Educación en tiempos de incertidumbre. Una mirada a la actuación del docente de matemáticas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(3), 29-43.
- Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el siglo XXI. *Cinta de Moebio*, 28, 1-28.
- Parra-Zapata, M. M. y Balda, P. (2023). Nutrición saludable en casa y números racionales. Una experiencia escolar en educación matemática en el marco de la pandemia por COVID-19. *Revista Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 37(1), 58-69.
- Parra-Zapata, M. M. y Villa-Ochoa, J. A. (2023). Educación en emergencias. Una revisión de la literatura (1999-2020). *Educação e Pesquisa*, 49, e249297. doi.org/10.1590/S1678-4634202349249297esp
- Pigozzi, M. (1999). *Education in Emergencies and for Reconstruction: A developmental approach*. United Nations Children's Fund.
- Poveda-Vásquez, R. y Manning-Jara, G. (2021). Repercusiones de la pandemia en la educación matemática en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 41-53.
- Rocha, J. y Armijo, S. (2021). Experiencia docente en un curso de matemáticas virtual en pandemia COVID-19. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 8149-8163. doi.org/10.37811/cl\_rcm.v5i5.895
- Ruiz, Á. y Poveda-Vásquez, R. (2021). Reforma matemática Costa Rica: recursos para una época imprevisible. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 54-76.
- Santibáñez, L. y Vásquez, C. (2021). Construcción de tablas y gráficos estadísticos por estudiantes de tercer año básico: análisis de una experiencia en contexto de pandemia. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 63, 1-18.

- Saucedo, O. y Marrugo, C. (2020). "Magic": implementación de un espacio virtual para apoyar el curso de matemáticas en época de COVID-19 en la Institución Educativa Liceo Guillermo Valencia (trabajo de grado). Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2828>
- Scott, P. (2021). Educación matemática y pandemia: experiencias en los Estados Unidos de América. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 31-40.
- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SNCTI). (2021). Acciones en educación matemática 2021. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 93-103.
- Souza, L. de. (2021). Clases de matemáticas para primaria: experiencias durante la pandemia con clases por televisión. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 149-162.
- Sullivan, P., Bobis, J., Downton, A., Feng, M., Hughes, S., Livy, S., McCormick, M. y Russo, J. (2020). Threats and Opportunities in Remote Learning of Mathematics: Implication for the Return to the Classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 551-559.
- Tamayo, C. y Tuchapesk, M. (2020). Desafíos e posibilidades para a Educação (Matemática) em tempos de "COVID-19" numa escola em crise. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 13(1), 29-48. doi.org/10.22267/relatem.20131.39
- Torres, A., Campos, M., Morales, L. y García, O. (2021). Aprendizaje de las matemáticas durante la pandemia del COVID-19: el actuar de alumnos y docentes ante la transición de lo presencial a on-line. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 63, 1-15.
- Valoyes-Chávez, L., Parra, A. y Alshwaikh, J. (2024). Mathematics, Mathematics Education and "Conflict": Denial, Suspension, and Resistance [en evaluación de pares académicos]. *ZDM. Mathematics Education*.
- Vásquez, C., Ruz, F. y Martínez, M. (2020). Recursos virtuales para la enseñanza de la estadística y la probabilidad: un aporte para la priorización curricular chilena frente a la pandemia de la COVID-19. *Tangram. Revista de Educação Matemática*, 3(2), 159-183.
- Villa-Ochoa, J., Molina-Toro, J. y Borba, M. (2023). Roles of Technologies for Future Teaching in a Pandemic: Activity, Agency, and Humans-with-Media. *ZDM. Mathematics Education*, 55(1), 207-220.
- Vithal, R. y Valero, P. (2003). Researching Mathematics Education in Situations of Social and Political Conflict. En A. Bishop, M. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y F. Leung (eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 545-591). Springer.
- Wijaya, T. (2020). Cómo los estudiantes chinos aprenden matemáticas durante la pandemia de coronavirus. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 15, 1-16. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/4950>
- Yaniawati, P., Kariadinata, R., Sari, N., Pramiasih, E. y Mariani, M. (2020). Integration of E-Learning for Mathematics on Resource-Based Learning: Increasing Mathematical Creative Thinking and Self-Confidence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(6), 60-78.
- Zhang, W., Wang, Y., Yang, L. y Wang, C. (2020). Suspending Classes without Stopping Learning: China's Education Emergency

Management Policy in the COVID-19 Outbreak. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(3), 55-60. doi.org/10.3390/jrfm13030055

Zhou, L., Li, F., Wu, S. y Zhou, M. (2020). "School's Out, but Class's On", The Largest Online Education in the World Today: Taking China's Practical Exploration during the COVID-19 Epidemic Prevention and Control as an Example. *Best Evidence in Chinese Education*, 4(2), 501-519. doi.org/10.15354/bece.20.ar023



## Alimentação no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura de 2012 a 2022

- Food in Science Education: A Literature Review from 2012 to 2022
- Alimentación en la enseñanza de ciencias: una revisión bibliográfica de 2012 a 2022

### Forma de citar este artículo:



Costa Damasceno, S. y Araújo-Severo, T. E. (2024). Alimentação no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura de 2012 a 2022. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 225 - 240. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18966>

### Resumo

A alimentação pode ser um tema facilitador para promover leituras amplas do entorno, dada sua relação com aspectos biológicos, sociais, políticos e econômicos. É interessante que haja um panorama de como a temática vem sendo trabalhada, em direção à continuidade ou desenvolvimento de outras abordagens. Assim, buscamos construir um estado do conhecimento sobre as produções que trataram da temática no ensino de ciências. Para tal, foram reunidos 171 trabalhos de 2012 até 2022, provenientes do Portal de Periódicos da CAPES, BDTD e Atas do ENPEC. Os dados foram organizados em planilha eletrônica, distribuídos por ano, periódico e região, e em seções temáticas de *Revisões de literatura*, *Análises de livro didático e debates sobre currículo*, *Trabalhos em contexto da Educação Básica* e *Trabalhos em contexto de professores em formação e/ou atuação*. Os resultados demonstraram poucos trabalhos no Norte e Nordeste do país. Foram observados tratamentos diversos, com marcante presença da abordagem nutricional e utilização para contextualizar ou abordar sua relação com conteúdos curriculares. A interdisciplinaridade e a necessidade de formação de professores também foram destacadas. Enfatizamos e defendemos as possibilidades que, além de abordarem o tema de forma ampla, valorizam a conexão destes com o contexto e realidade dos educandos. Nessa perspectiva, muito ainda pode ser pensado e construído no ensino de ciências, com essa temática.

### Palavras-chave

alimentação; educação alimentar; ensino de ciências; revisão de literatura

Sarah Costa Damasceno\*   
Thiago Emmanuel Araújo-Severo\*\* 

\* Licenciada em Ciências Biológicas (UFRN).  
Mestranda do Programa de Pós-graduação em  
Ensino de Ciências Naturais e Matemática (UFRN).  
[damasceno\\_sarah@yahoo.com.br](mailto:damasceno_sarah@yahoo.com.br)

\*\* Doutor em Educação (UFRN). Professor do Pro-  
grama de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Naturais e Matemática (UFRN). [thigosev@gmail.com](mailto:thigosev@gmail.com)



## Abstract

Nutrition can be a facilitating theme for promoting broad readings of our surroundings, given its relationship with biological, social, political, and economic aspects. It is interesting to have an overview of how the theme has been approached, aiming for continuity or the development of other approaches. Thus, we sought to construct a state of knowledge on the works that addressed the theme in science education. For this purpose, 171 works from 2012 to 2022 were gathered from the CAPES Periodicals Portal, the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations BDTD and the Proceedings of ENPEC. The data were organized in a spreadsheet, distributed by year, journal and region, and divided into thematic sections of Literature Reviews, Analysis of Textbook and Curriculum Debates, Works in the Context of Basic Education and Works in the Context of Teacher Training and/or Practice. The results showed few works in the North and Northeast of the country. Various approaches were observed, with a marked presence of a nutritional approach and its use for contextualizing or addressing its relationship with curriculum contents. Interdisciplinarity and the need for teacher training were also addressed. We emphasize and advocate for approaches that, in addition to broadly addressing the theme, value its connection with the context and realities of the students. From this perspective, much can be thought and built in science education with this theme.

## Keywords

food; food education; science education; literature review

## Resumen

La alimentación puede ser un tema facilitador para promover lecturas amplias de nuestro entorno, dada su relación con aspectos biológicos, sociales, políticos y económicos. Es interesante tener un panorama de cómo se ha trabajado el tema, en dirección a la continuidad o al desarrollo de otros enfoques. De esta forma, buscamos construir un estado del conocimiento sobre las producciones que abordaron el tema en la enseñanza de las ciencias. Para ello, se recopilaron 171 trabajos entre 2012 y 2022, procedentes del Portal de Periódicos CAPES, la BDTD y Actas del ENPEC. Los datos fueron organizados en una hoja de cálculo, distribuidos por año, revista y región, y divididos en secciones temáticas de *Reseñas bibliográficas*, *Análisis de libros de texto y debates sobre currículo*, *Trabajos en contexto de Educación Básica* y *Trabajos en contexto de docentes en formación y/o en ejercicio*. Los resultados mostraron pocas obras en el norte y el noreste del país. Se observaron diversos tratamientos, con una marcada presencia del enfoque nutricional y del uso para contextualizar o abordar su relación con los contenidos curriculares. También se abordaron la interdisciplinaria y la necesidad de formación del profesorado. Destacamos y defendemos las posibilidades que, además de abordar el tema de forma amplia, valoran la conexión de éstos con el contexto y la realidad de los alumnos. En esta perspectiva, mucho se puede pensar y construir en la enseñanza de las ciencias, con este tema.

## Palabras clave

alimentación; educación alimentaria; enseñanza de las ciencias; revisión bibliográfica

## Introdução

A alimentação, direito humano previsto na Constituição Federal brasileira (1988), pode ser um tema facilitador para promoção de leituras amplas do entorno e do mundo, dada sua relação indissociável a aspectos biológicos, sociais, políticos, econômicos e contextuais. É comum que atividades relacionadas à alimentação sejam incorporadas no ensino de ciências (Menon, Neto e Bernardelli, 2018). Alguns estudos indicam que há uma variedade de formas a partir das quais o tema é desenvolvido (Santos & Oliveira, 2021; Motta e Teixeira, 2012). Motta e Teixeira (2012), por exemplo, indicaram a predominância de uma perspectiva biológico-nutricional, que frequentemente omite influências sociais, econômicas, culturais ou consideração de perfis alimentares e impactos ambientais.

Em levantamento mais recente, Santos e Oliveira (2021) demonstram lacunas entre o recomendado e o executado na prática em termos de Educação Alimentar e Nutricional (EAN) em ambiente escolar. É percebido nos estudos que a educação relacionada à temática alimentação no ensino de ciências muitas vezes se restringe à abordagem de saúde e doença (Zancul, 2017), sendo recomendada sua expansão para abarcar outras dimensões.

Dessa forma, é interessante que haja um panorama amplo de como a temática vem sendo trabalhada no ensino de ciências, em termos de produções científicas, para que seja possível a identificação do que foi feito e direcionar a continuidade ou desenvolvimento de outras práticas e abordagens. Para isso, estudos de levantamentos bibliográficos são necessários. Nesse sentido, objetivamos construir um estado do conhecimento sobre a temática alimentação no ensino de ciências, no contexto da Educação Básica no Brasil, a partir de uma pesquisa bibliográfica, assim

como delinear um panorama da abrangência com que a alimentação vem sendo trabalhada, seus enfoques, lacunas e possibilidades.

## Referencial teórico

Na terminologia de políticas públicas do Brasil, questões concernentes à alimentação, principalmente relacionadas à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), são frequentemente endereçadas a partir de uma expressão própria do país: *alimentação adequada e saudável* (Paiva et al., 2019).

A promoção desta alimentação, conforme o Guia Alimentar para a População Brasileira (GAPB) (Ministério da Saúde, 2014), inclui consideração de questões biológicas junto a fatores etários, regionais, culturais e sociais. Incentiva-se e valoriza-se a autonomia no processo de escolhas alimentares e a integração entre conhecimentos científicos e padrões alimentares nacionais. Em consonância com a abordagem do GAPB e ultrapassando o enfoque nutricional, Paiva et al. (2019) abordam a alimentação a partir de uma compreensão ampliada, incluindo o tema enquanto direito humano fundamental, atrelado a aspectos afetivos, socioculturais, de processos produtivos e sustentabilidade (Paiva et al., 2019).

O contexto brasileiro abre caminhos que convergem para a relevância de discussões relacionadas à alimentação. O sistema agroalimentar hegemônico tem dinâmicas que envolvem elevados impactos ambientais, recursos produtivos concentrados, foco em “commodities”, redução de sociobiodiversidade e outros riscos e consequências de encontro ao estabelecimento de sistemas de alimentação mais sustentáveis (Grisa & Porto, 2023).

Junto a isso, o país encontra-se em um crescente cenário de Insegurança Alimentar (IA), menos de dez anos após a saída do Mapa da Fome da Organização das Nações Unidas

(ONU) (Penssan, 2022). Com mais de 125 milhões de brasileiros em situação de IA, mais de 30 milhões de pessoas passam fome, sendo as regiões Norte e Nordeste mais afetadas (VIGISAN) (Penssan, 2021; 2022). Mesmo aqueles que se encontram em Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) têm à disposição alimentos produzidos com agrotóxicos. Estes, no Brasil, tiveram, por cinco anos consecutivos, recorde de liberação, com 499 “Agrotóxicos, Componentes e Afins” aprovados apenas em 2021 (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021).

Além desse aspecto, os alimentos ultraprocessados (UP) dominam prateleiras de supermercados de forma ostensiva e financeiramente acessível. Os UP, têm seu consumo elevado associado ao aumento do risco de desenvolvimento de síndrome metabólica, considerada precursora de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (Canhada *et al.*, 2023). Alimentos UP foram apontados como relacionados, apenas em 2019, por 57 mil mortes prematuras entre adultos de 30 a 69 anos (Nilson *et al.*, 2022).

Ao mesmo tempo, há diversas estratégias de atividade política corporativa (APC) utilizadas pela indústria alimentícia, que dificultam a promoção e o estabelecimento de uma alimentação adequada e saudável. É apontado como necessário o desenvolvimento de mecanismos para enfrentar essas influências (Mialon *et al.*, 2021).

A alimentação é pautada em documentos que sistematizam e orientam a educação no país. A Lei de Diretrizes e Bases n. 9.394 (1996), por exemplo, a insere como tema transversal a ser trabalhado na Educação Básica, em uma perspectiva de Educação Alimentar e Nutricional (EAN) desde 2018 (Lei Nº 13.666, 2018). Práticas da EAN necessitam fazer uso de abordagens e recursos problematizadores, dialógicos e diversos, incentivando autonomia e participação engajada dos envolvidos nos processos de educação, considerando que “A alimentação é uma prática social, resultante da integração das dimensões biológica, sociocultural, ambiental e econômica” (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome, 2012, p. 31).

O próprio Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome, 2012), que apresenta diretrizes para implementação de práticas da EAN, indica a área de educação como um de seus campos de prática. Nesse âmbito educacional, os princípios norteadores devem seguir o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome, 2012).

No Ensino Fundamental a temática alimentação aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dentro do tema transversal saúde (Brasil, 1997a). Sua presença é identificada ainda nos direcionamentos dos PCN para o ensino de Ciências Naturais dos anos finais (Ministério da Educação – MEC, 1997b) e iniciais (MEC, 1998) dessa etapa da Educação Básica. Na atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (MEC, 2018), a temática é contemplada na área de Ciências da Natureza, do Ensino Fundamental, e Ciências da Natureza e Suas

Tecnologias, no Ensino Médio. A alimentação integra orientações para o currículo tanto nos objetos do conhecimento propostos quanto nas habilidades a serem trabalhadas nesses níveis de ensino. Há ainda menção de temas proximamente associados à alimentação, como agricultura e biotecnologia, na descrição da área. Essa descrição também inclui a importância de contextualizar o conhecimento em seus aspectos socioculturais, históricos e ambientais (MEC, 2018).

## Metodologia

O trabalho, de caráter qualitativo, consiste em uma pesquisa bibliográfica do tipo revisão sistemática (Stake, 2011) realizada a partir de teses, dissertações e artigos (publicados em periódicos e eventos científicos) sobre a temática alimentação e ensino de ciências. Para a delimitação temporal da pesquisa, foram considerados trabalhos publicados nos últimos 11 anos, abrangendo produções de 2012 a 2022, com a escolha norteada pelo ano de publicação do “Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas” (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome, 2012), da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SESAN).

Os procedimentos de análise foram realizados conforme indicado pela Análise de Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2016). Para construção do corpus da pesquisa, os trabalhos utilizados, conforme Albrecht e Ohira (2000), são de ordem primária e secundária.

As bases utilizadas foram:

1) Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

2) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD);

3) Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), das edições IX, de 2013, à XIII, de 2021.

Os descritores utilizados nas buscas avançadas foram: a) Categoria I: “educação alimentar”, “alimentação”, “alimentos”; b) Categoria II: “ensino de ciências”.

Para buscas nos anais do ENPEC, foi utilizada a categoria I de descritores, selecionando trabalhos contendo um ou mais descritores presentes no título, resumo ou palavras-chave. No Portal de Periódico da CAPES, a busca se deu a partir da configuração “Qualquer campo contém ‘alimentação’ e Qualquer campo contém ‘Ensino de Ciências’”; o mesmo foi feito com os demais descritores da categoria I. Acrescido a isso, foram utilizados os filtros de “Periódicos revisados por pares”, de 2012 a 2022. Na BDTD, a busca foi realizada a partir da configuração: “(Título: “alimentação” OR “educação alimentar” OR “alimentos” OU Assunto: “alimentação” OR “educação alimentar” OR “alimentos” OU Resumo Português: “alimentação” OR “educação alimentar” OR “alimentos”) e (Título: “Ensino de Ciências” OU Assunto: “Ensino de Ciências”)”. Foram excluídas duplicatas e trabalhos não correspondentes à temática do estudo.

Para menção às produções ao longo do presente texto, foi utilizado um sistema alfanumérico (AP para artigos de periódicos, AE para trabalhos do ENPEC, D para dissertações e T para teses), como em: AP01, ... APn; AE01, ... Aen; D01, ... Dn; T01, ... Tn.

Para análise, consideramos as etapas da AC propostas por Bardin (2016), sendo elas *pré-análise*, *exploração do material* e *tratamento dos resultados*, *inferência* e *interpretação*. Os dados foram dispostos em planilha eletrônica. Foram recolhidas, para maior caracterização das produções selecionadas,

informações sobre o público-alvo dos trabalhos, sua região e ano de publicação ou defesa (teses e dissertações). Os textos advindos do ENPEC foram lidos na íntegra. Para demais produções, foram considerados resumos e resultados de cada trabalho.

Levamos em consideração a natureza das produções e os conteúdos e temas que foram relacionados à alimentação nos trabalhos. Após a *pré-análise*, foi possível agrupar os trabalhos em cinco categorias, que refletem as naturezas distintas das produções, a saber: 1. *análises de livro didático e debates sobre currículo*; 2. *revisões de literatura*; 3. *trabalhos em contexto da educação básica*; e 4. *trabalhos em contexto de professores em formação e/ou atuação*.

Adicionalmente, nas categorias com maior quantitativo de trabalhos identificados, dividimos a análise a partir da fonte dos dados (*Artigos publicados no ENPEC*; *Artigos publicados em periódicos revisados por pares*; *Teses e dissertações*), permitindo uma visão do tratamento da temática alimentação em cada uma das formas de produção.

## Resultados e discussões

### Descrição quantitativa dos resultados da pesquisa

Das teses e dissertações (BDTD), encontramos 172 resultados (140 dissertações e 32 teses). Após a exclusão de trabalhos fora dos critérios estabelecidos, foram totalizados 68 dissertações e 15 teses. Das atas do ENPEC, foram encontrados 55 trabalhos, dos quais 50 foram mantidos. Dos artigos publicados em periódicos, encontramos 53 trabalhos, dos quais 38 foram utilizados. No total, 171 produções, com menor incidência no Norte e Nordeste, adequaram-se aos critérios de busca, sendo utilizados nesta pesquisa (veja Quadro 1).

**Quadro 1.** Distribuição de trabalhos selecionados, envolvendo a temática alimentação e o ensino de ciências, por ano, tipo de publicação, quantidade e região do país

(Nº de dissertações indexadas na BDTD)	(Nº de teses indexadas na BDTD)	(Nº de artigos publicados em periódicos revisados por pares)	(Nº de Artigo publicado em anais do ENPEC)	(Ano)
04	02	01	-	2012
07	01	02	14	2013
02	01	00	-	2014
07	02	02	10	2015
07	01	04	-	2016
07	00	02	09	2017
05	02	07	-	2018
15	01	06	11	2019
07	02	06	-	2020

(Nº de dissertações indexadas na BDTD)		(Nº de teses indexadas na BDTD)		(Nº de artigos publicados em periódicos revisados por pares)	(Nº de Artigo publicado em anais do ENPEC)	(Ano)		
03		02		06	06	2021		
04		01		02	-	2022		
(Total)								
(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Região)
68	39,37%	15	8,77%	38	22,22%	50	29,24%	(Região)
22		04		19		13		Sul
18		07		11		21		Sudeste
14		01		03		07		Centro-oeste
13		03		01		05		Nordeste
01		00		03		03		Norte

Fonte: elaborado pelos autores.

## Abordagens da temática alimentação no ensino de Ciências

A análise dos trabalhos está apresentada a partir da natureza das produções levantadas, compreendendo 5 categorias analíticas, a saber: *Revisões de Literatura* (8 trabalhos, 4,7%), *Análises de livro didático e Debates sobre currículo* (9 trabalhos, 5,3%); *Trabalhos em contexto da educação básica* (117 trabalhos, 68,1%) e *Trabalhos em contexto de professores em formação e/ou atuação* (38 trabalhos, 22,2%).

### Revisões de literatura

Do total de produções, 8 (4,7%) são revisões de literatura. A temática da alimentação se apresentou como centro de propostas ligadas a diferentes metodologias. Em alguns trabalhos, o foco da pesquisa (como em AE50) e dos dados construídos (como em AE47) voltou-se à alimentação como tema utilizado na contextualização para o ensino de conceitos da química, como a química dos alimentos.

Voltado para alimentação escolar, o trabalho AE09 destaca o consumo regular de alimentos considerados não saudáveis no

artigo. AP13 destaca a necessidade de desenvolver a autonomia dos estudantes quanto a suas escolhas alimentares, perpassando pela perspectiva dos educandos serem alfabetizados nutricionalmente.

Em uma perspectiva de EAN, algumas revisões (como AE11 e AP35) enfatizaram que ainda há um distanciamento de ações dessa natureza. Tratando-se de estabelecer ações de EAN na escola, AE11 identifica a necessidade de envolver todos os atores sociais da comunidade escolar e estabelecer ações contínuas, além de estímulo e respeito ao diálogo. Em AP35, atividades relacionadas à aprendizagem a longo prazo também foram escassas.

Em AE08, argumenta-se que é interessante articular o conhecimento científico com questões socioculturais envolvidas nos processos de alimentação.

### Análises de livro didático e debates sobre currículo

Seis trabalhos (3,5%) envolveram a análise de livros didáticos, abrangendo ensino de química (AE07, AE44), biologia (AE16) e ciências (AE25, D40, D49).

Sobre o ensino de química, AE44 pesquisou recursos didáticos para o tratamento do tema, encontrando escassas ocorrências. AE07 analisou a presença da temática, com um viés de alimentação interligada à nutrição em livros e revista, encontrando uma quantidade crescente de publicações na Revista Química Nova na Escola. Nos livros, a temática era mais pronunciadamente apresentada em algumas obras do que em outras, que não faziam menção à alimentação de forma conectada ao ensino de Química. Os assuntos também foram, por vezes, apresentados em quadros não conectados às informações principais do livro, sendo tratados como uma curiosidade ou elemento a ser citado.

Na perspectiva dos livros didáticos de Biologia, AE16 observou que os assuntos de educação alimentar são tratados marginal e pontualmente. As relações do tema com a sociedade, se presentes, são apontadas como de leitura opcional.

Quanto aos livros de ciências do Ensino Fundamental, D49 encontrou abordagens de aspectos sociocientíficos relacionados à alimentação, as categorizando em cinco categorias, incluindo uma relacionada à produção de alimentos, aditivos alimentares e fome. AE07 encontrou menção ao tema em todos os livros. D40 indica que o conteúdo se apresenta apenas no 8º ano, sendo relacionado a temas de fisiologia e saúde humanas. Frente aos resultados, D49 destacou que as ocorrências do tema não envolvem todas as possíveis discussões que o cercam. D40 especificou que questões relacionadas à influência midiática na alimentação e à merenda escolar deveriam ser incluídas. Por fim, AE25 sugeriu que o tema seja tratado de forma interdisciplinar e/ou por projetos.

Em alguns trabalhos (AP17, D16, D19) (1,8%), foi observada a ênfase no debate sobre currículos. No sentido da interdisciplinaridade, D16 defendeu que haja, no Ensino Fundamental, unidades didáticas com metodologias diversas e articulação entre conceitos de química, física e biologia. Já D19 abordou a alimentação em um viés de nutrição e qualidade de vida, em uma proposta para desfragmentar e contextualizar o currículo.

Na perspectiva de escuta dos estudantes, AP17 buscou valorizar a emancipação dos alunos e a valorização de seus interesses. Os autores sugerem articulações entre as ciências e contextos culturais, políticos, sociais e econômicos. Quanto à da Educação do Campo, AP17 sugeriu a alimentação como proposta temática potencializadora da construção do conhecimento, devido ao contexto cultural naquele meio, que envolve a produção caseira de insumos.

## Trabalhos em Contexto da Educação Básica

ENPEC

No ENPEC, houve, em todas as edições, trabalhos voltados à Educação Básica (33 trabalhos, 19,2%). A maioria tratou sobre o Ensino Fundamental, principalmente nos anos finais, seguidos do Ensino Médio. Algumas outras produções não tiveram

público especificado. Dois trabalhos envolveram a Educação de Jovens e Adultos, dois envolveram o Ensino Médio profissionalizante e um voltado ao Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Quanto às abordagens e metodologias, constatamos uma ampla variedade, incluindo: enfoque CTS; questões sociocientíficas; uso de jogos; pirâmides alimentares; discussões; atividades investigativas; entrevistas; palestras; recursos online; oficinas; produção de materiais, a partir de diferentes visões teóricas, como a ideia de momentos pedagógicos; ilhas da racionalidade; interdisciplinaridade e pedagogia histórico-crítica. Muitos trabalhos práticos, que propuseram ou relataram sequências de atividades utilizaram a ideia de pré e pós teste para medição do aprendizado após as atividades. Destoante dessa maioria, AE05 considerou que os aprendizados ultrapassam parâmetros objetivos, envolvendo muitas dimensões, não cabendo uma avaliação de antes e depois.

O tratamento e enfoque dado à temática da alimentação também variou. Muitos trabalhos explicitaram que o desenvolvimento do tema envolveu seus aspectos nutricionais (AE01, AE06, AE10, AE13, AE15, AE18, AE19, AE21, AE23, AE24, AE32, AE35, AE36, AE42, AE48), dois deles focados na EAN. Também foram observados, em alguns trabalhos, temas mais ligados aos conteúdos curriculares, como biossegurança, ecologia animal, composição celular, vitaminas, carboidratos e proteínas. Desses trabalhos, apenas um (AE10) tratou da alimentação escolar como parte integrada à proposta. Tratando de alimentação saudável, publicidade e refeitório escolar, AE14 discorreu sobre como a escola pode ser um espaço de formação para alimentação.

Um ponto em comum dos trabalhos que trataram o viés nutricional foi a ideia da

escola como espaço/tempo propício para desenvolver uma consciência alimentar (AE18, AE23, AE24, AE32), com riqueza de atividades educativas articuladas aos conteúdos (AE32), de forma transversal e interdisciplinar (AE23). AE24 sugeriu que o tratamento do tema deve considerar a realidade socioeconômica dos envolvidos, dando importância ao sabor, valores nutricionais e preços dos alimentos. Essa leitura mais social da alimentação não foi frequente entre os trabalhos dispostos neste levantamento.

Outras produções trataram do tema alimentação saudável, abordando dietas, publicidade, alimentos industrializados, ultra-processados, saúde e alimentação escolar. Também foram observados foco no consumo de determinados grupos alimentares (AE22, AE27, AE45), em conceitos disciplinares, como energia, caloria e questões de saúde (AE12, AE17). Quanto ao ciclo produtivo de alimentos, seu tratamento foi pouco observado. Apenas AE26 explorou essa temática e seus resultados apontaram para a necessidade do detalhamento do estudo em direção a uma visão mais abrangente dos impactos ambientais relacionados à alimentação humana.

## Teses e dissertações

Nas teses e dissertações, de um total des 62 trabalhos (36,1%), 25 foram desenvolvidos em contexto de Ensino Médio e 20 no Ensino Fundamental, com 10 nos anos finais, 6 nos anos iniciais e 4 não especificados. Apenas um trabalho, de pesquisa documental, foi realizado no Ensino Infantil, voltado ao veganismo. Também houve trabalhos nas modalidades EJA, Educação Escolar Indígena (EEI) e em contexto de privação de liberdade. Outros 10 não especificaram modalidade ou nível de ensino.

O trabalho na EEI (D66) valorizou questões culturais da comunidade, enfatizando a

importância de reflexões e resgates da cultura alimentar. Em escolas regulares, alguns trabalhos (como T04, D08, D30, D42) abordaram a merenda escolar, incluindo processos de valorização das consideradas saudáveis (D30) e investigações sobre sua aceitação (T04).

Algumas teses e dissertações (T05, T06, T14, D09, D32, D34, D52) explicitaram a abordagem nutricional do tema, tendo um deles trabalhado questões de desperdício alimentar e outro (D50) sugerindo o potencial de diálogo da alimentação com diferentes conhecimentos, com açúcar como temática central.

Demais escritos abordaram alimentação saudável (D03) e digestão (D47). Apenas um trabalho (D57) foi voltado ao tratamento da temática alimentação na perspectiva da evolução humana, o que envolveu a utilização de jogos.

Trabalho experimental em laboratório, como extração de DNA, também apareceu como tratamento ao tema da alimentação, envolvendo: clonagem, transgênicos, estrutura celular (D36). A utilização de laboratórios ao ar livre também foi destacada (D62), no ensino de química, envolvendo a importância de sistemas florestais e horticultura para agricultura e alimentação saudável.

Os transgênicos, agrotóxicos e biotecnologia foram abordados (T07, D64) no Ensino Médio, apontando suas controvérsias na sociedade, relação com projetos políticos e econômicos e preparação de estudantes para tomada de decisões morais. No Ensino Fundamental, D67 utilizou um espaço de construção coletiva, próximo à agroecologia, para relacionar aspectos cotidianos, como o consumo de alimentos, com as atividades desenvolvidas, tais como sua produção e compostagem.

Houve, em muitos trabalhos, desenvolvimento de oficinas, sequências didáticas, gincana e proposição de materiais (T03, D35). Outros envolveram, no encerramento de atividades, produção de material por parte dos participantes.

Em alguns trabalhos, a alimentação não foi abordada como centro, mas parte integrada às temáticas principais. D46 e T13 focaram, respectivamente, no raciocínio lógico em problemas envolvendo alimentação/genética e no consumo de alimentos relacionado à sobrevivência de abelhas. Houve estudos de percepção sobre o termo orgânico, que envolveu o sentido alimentar (D02); uso e descarte do óleo de cozinha (D44) e aquaponia como perspectiva produtora de alimentos, discutindo, juntamente, sustentabilidade e conceitos de biologia (D28).

Trabalhando conceitos de física e preparo de alimentos, uma dissertação (D18) voltou-se ao desenvolvimento de uma tecnologia social, forno solar. D35, em perspectiva de religação de saberes, observou um aumento de articulações feitas pelos alunos, entre conhecimentos de biologia e os alimentos, de forma que apareceram relatos sobre falta de recursos e alimentação, ajuda social, doenças, fatores externos e alimentos típicos. Em uma tese (T11), é mencionado que lutas sociais podem integrar a abordagem de temas no ensino de ciências, incluindo a luta por soberania alimentar e construção de modelos sustentáveis de

sociedade. Em D21, é comentado que ainda há um enfoque excessivamente biológico da alimentação em âmbito escolar, sendo desenvolvido e sugerido materiais didáticos que permitam consideração de aspectos sociais, emocionais e culturais. Para ações de EAN, D55 sugere ainda fatores ecológicos, englobando diversidade e sustentabilidade.

### Artigos em periódicos

Os 22 artigos publicados em periódicos (12,8%) abrangeram Ensino Fundamental (AP29) nos anos finais (AP11, AP15, AP22, AP24, AP34) ou iniciais (AP14, AP21, AP29, AP30); Ensino Médio (AP07, AP08, AP09, AP12, AP19, AP20, AP26, AP27, AP33), sendo um no ensino profissional (AP20) e educação especial com adolescentes (AP06).

Algumas produções focaram na investigação de concepções e interesses dos estudantes pela temática. AP27 investigou quimiofobia ligada à produção, conservação, composição e consumo de alimentos. AP15 focou na captação de curiosidades e preocupações dos estudantes sobre as temáticas, sendo elas agrupadas em categorias de composição e função, benefícios e prejuízos dos alimentos.

Enquanto a maioria dos artigos tratou do tema alimentação como um todo, alguns se ativeram a uma categoria de alimentos, sendo elas o cará-roxo (AP34), cogumelos comestíveis (AP20), frutas (AP09), sódio em contexto alimentar (AP36) e uma forma de produção - horta (AP06).

Quando o tema alimentação é tratado sem essa especificação de um alimento, ingrediente ou cultivo, há uma diversidade de abordagens que envolvem o foco em aspectos de nutrição (AP11, AP12, AP19, AP30, AP33), alimentação equilibrada (AP22) e saudável (AP14, AP23, AP24, AP26). Dois artigos (AP22,

AP24) focaram na investigação de concepções dos estudantes sobre a temática. A nutrição foi abordada ainda como tema integrador interdisciplinar com momentos culinários, com conceitos de diferentes disciplinas (AP30, AP33) incluindo abordagem por meio de momentos pedagógicos (AP33), visitas a agricultor familiar, lanches, rodas de conversa, pesquisa e produção de cartazes (AP30).

AP07 tratou sobre impactos da decomposição. Não há indicação de aprofundamento em questões sociais envolvidas, o que não é o caso de AP08, que trata do consumo alimentar e disposição de seus resíduos, junto a fatores ambientais, de saúde, mudanças culturais e históricas, pirâmides alimentares e dietas.

Três trabalhos voltaram-se de forma mais evidente a aspectos sociais relacionados ao trabalho da temática alimentação, dois envolvendo interdisciplinaridade (AP16, AP29) e um com tema central da fome no mundo (AP21). AP16 anunciou que a discussão da alimentação é tratada como questão de cidadania, incluindo aspectos sociais e culturais. AP29 explorou história e cultura em termos de produção de alimentos, bem articulados a um contexto de implementação da agroecologia em uma propriedade onde parte das atividades foram desenvolvidas. AP21 assumiu uma perspectiva freireana e de CTS, propondo cenários propícios à criação da criticidade no olhar e tomada de decisões frente à temática, por meio de uma sequência didática.

### Trabalhos em contexto de professores em formação e/ou atuação

ENPEC

A quantidade de trabalhos voltados aos professores é inferior aos relacionados diretamente aos alunos, mas esse número vem

crescendo. No ENPEC, foram encontrados 7 trabalhos (4,1%), todos a partir de 2017, voltados a professores em atuação (AE30, AE31, AE33, AE37, AE40) e formação inicial (AE41, AE49).

Em trabalho com oficinas de formação, a alimentação saudável fopi foco (AE41) junto à química dos alimentos. Outra investigação envolvendo a relação entre alimentação e conceitos de química também apareceu (AE37). Houve ainda uma abordagem sobre a diversidade vegetal em contexto de produção de alimentos (AE49). Ao considerar os processos produtivos relacionados à alimentação, a preocupação com fatores sociais foi perceptível e enfatizada. Em um workshop sobre EAN (AE33), aspectos sociais apareceram nas discussões sobre a temática, que inicialmente foi abordada em uma perspectiva voltada à estética e nutrição, ampliando-se para questões de saúde, cultura, economia, sociedade e ambiente.

Cinco trabalhos analisaram a percepção dos profissionais frente à alimentação, abordando, como foco, a questão nutricional (AE30, AE31) ou uma perspectiva de alimentação saudável (AE40). Alguns resultados apontaram a existência de lacunas na formação de professores, que se concentram em aspectos biológicos da temática. Foi direcionado o desenvolvimento de estratégias diversificadas para prática docente (AE30), e a inclusão de dimensões sociais, políticas e de saúde ao tratar o tema na escola (AE31).

### Teses e dissertações

Das teses e dissertações, 18 (10,5%) apresentaram maior enfoque no trabalho com professores, 11 voltados aos em atuação e 6 à formação inicial. Os trabalhos abrangeram licenciados ou licenciandos de química, ciências biológicas e pedagogia, também educação no campo.

Na formação inicial, os resultados dos trabalhos mostraram a percepção da necessidade de incluir contextos de Divulgação Científica na formação de professores (D04), também incluir a multiplicidade de assuntos relacionados à presença de alimentos transgênicos na dieta (D01). A agroecologia também apareceu (T10) como via pela qual ensinar ciências. No ensino da Química, foi enfatizado a necessidade de pensar a relação entre conhecimento disciplinar, interações étnico-raciais e amadurecimento social dos educandos, perspectiva abordada por meio da temática alimentação para além de seus aspectos nutricionais (D39).

As citadas investigações focaram em articulações entre conhecimentos científicos e tomadas de posição sobre: alimentos transgênicos (D01); descolonização do currículo com integração da influência negra na cultura alimentar brasileira (D39); alimentação como um dos fatores a serem considerados na abordagem da agroecologia (T10); veganismo e ecofeminismo (D63); produção de textos

sobre alimentação no contexto da Divulgação Científica (D04) e discussão sobre EAN durante a formação de professores (D58).

Muitos trabalhos com professores em atuação indicaram a necessidade de capacitação para proporcionar uma educação que inclua conversas sobre alimentação e saúde, majoritariamente na perspectiva do tratamento nutricional, sem especificar como conversar sobre hábitos alimentares.

### Artigos em periódicos

Dos 13 artigos (7,6%), houve trabalhos direcionados a profissionais em formação inicial (AP01, AP05, AP18, AP28, AP32, AP37, AP38), em atuação (AP02, AP03, AP04, AP10, AP25) e ambos (AP31). Quanto à formação, os trabalhos foram voltados às licenciaturas de Ciências Biológicas, Química e Pedagogia, professores de anos iniciais, professores de ciências e classes hospitalares e profissionais de educação no campo. Envolveram estudos de caso, proposições de sequências didáticas e oficinas de formação.

AP10 sugere que a prática pedagógica inclua o tema alimentação sem se restringir a abordagens pontuais. Já AP04 assume o tratamento na perspectiva de alimentação e nutrição e sinaliza que é importante ter conhecimento da cultura escolar, dos alunos e ir além do livro didático. AP32 foca na química da alimentação e AP38 traz a cozinha como espaço para aprender ciências, em diferentes subtemas como segurança alimentar, saúde e transformações químicas, isso por meio de fanzines.

Em trabalhos voltados à educação do campo, alimentação foi abordada ao falar de saberes do solos, agroecologia (AP31); e relevância de incluir dimensões socioambientais e produtivas durante a formação de

professores (AP37). Em outro artigo, corpo, mídia, gosto e fisiologia são debatidos, propondo diversificação de formas de compreender o corpo, a partir de debates sobre alimentação (AP01).

Outros trabalhos exploraram a transgênia em alimentos, com controvérsia científica (AP28) ou reflexões sobre o que está posto acerca da questão considerada sociocientífica pelos autores (AP05). Nesse último, há direcionamentos para formar professores considerando seu papel de auxílio no desenvolvimento da cidadania, autonomia e crítica de futuros discentes. AP18 destaca a relevância de proporcionar experiências formativas que levem os docentes à reflexão sobre questões alimentares.

AP02 atenta para o excesso de direcionamentos nutricionais dos temas alimentares, para não deixar de considerar que hábitos alimentares dependem de fatores além da nutrição. Aborda, assim, o tema abrangendo perspectivas sócio-histórico-culturais, atrelado a conceitos de física. Esse tratamento ampliado do tema também ocorreu em AP03 junto a conteúdos de biologia.

### Considerações finais

Com a grande diversidade de formas a partir das quais a alimentação vem sendo trabalhada no ensino de ciências dos últimos anos, é notória a versatilidade potencial do tema, presente no cotidiano de forma multidimensional.

A partir das reflexões dos trabalhos, vemos uma tendência de pesquisa e tratamento da alimentação considerando estrita ou enfaticamente sua relação aos conteúdos curriculares. Ampliando essa visão, a interdisciplinaridade também foi um caminho apontado como possibilidade para abordar a temática no

ensino, enriquecendo o tratamento do tema ao relacioná-lo às demais disciplinas, agregando, por exemplo, elementos históricos.

A abordagem nutricional da alimentação foi bem marcada nos trabalhos. Destacamos que, apesar de os fatores nutricionais serem importantes, podem não ser suficientes para promover mudança de hábitos alimentares ou estabelecimento de um olhar mais crítico sobre o tema. Há pesquisas que apontam a necessidade de atentar para os fatores sociais relacionados à educação alimentar e, nesse processo, valorizar ações contínuas e horizontais entre as partes envolvidas. Para isso, é apontada a necessidade de formação dos professores.

Materiais didáticos também podem contribuir no desenvolvimento de ações educativas. Nesse sentido, destacamos a possibilidade de os professores entrarem em contato com materiais disponíveis sobre o tema. Alguns deles podem ser o próprio GAPB, entre outras normativas. Além disso, diversos materiais foram desenvolvidos nos trabalhos aqui levantados. Outros recursos incluem o livro didático.

A partir das análises dos livros didáticos, trazidas pelo conjunto de produções, foi possível observar que a alimentação não é muito evidenciada nesses materiais. No entanto, ainda é possível abordar o tema utilizando-os. O livro didático pode ser ponto de partida para ampliação das discussões por ele iniciadas, havendo possibilidade de trazer a alimentação junto a outros temas tratados no Ensino de Ciências.

Enfatizamos e defendemos as possibilidades que, além de abordarem aspectos sociais, econômicos, políticos e históricos relacionados à alimentação, valorizam a conexão destes com o contexto e realidade dos educandos. Essa perspectiva foi em parte contemplada pelos poucos estudos desenvolvidos na modalidade de ensino de Educação do Campo. Deles, destacamos o direcionamento, ao se deparar com a forma com que o ensino de ciências vinha sendo tratado, para uma educação em direção à emancipação dos estudantes, bem como envolvimento da comunidade, sublinhando a necessidade de o contexto não ser apenas uma ilustração para o aprendizado, mas um dos objetos de aprendizagem, em meio a demais conteúdos.

Esses trabalhos também trataram da importância de levar os saberes da comunidade para escola e permitir que os estudantes se dirijam a locais da comunidade para aprender, dialogando com os saberes científicos, e abordando a tomada de consciência sobre o funcionamento da sociedade e possibilidades alternativas para alimentação e soberania alimentar. Tendo em vista que questões sobre alimentação não se restringem ao campo, trabalhos implicados com a questão social da alimentação podem ser desenvolvidos próximos à realidade dos estudantes.

A alimentação envolve processos sociais, afetivos, culturais, comportamentais, históricos, políticos, uma ampla diversidade vegetal e uma série de questões políticas e ambientais que afetam os processos alimentares. Nessa perspectiva,

muito ainda pode ser pensado e construído no Ensino de Ciências com essa temática.

## Referências

- Alberecht, R. F., & Ohira, M. L. B. (2000). Bases de dados: metodologia para seleção e coleta de documentos. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, 5(5), 131–144.
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Canhada, S. L., Vigo, A., Luft, V. C., Levy, R. B., Matos, A. M., Molina, M. C., Giatti, L., Barreto, S., Duncan, B. B., & Schmidt, M. N. (2023). Ultra-Processed Food Consumption and Increased Risk of Metabolic Syndrome in Adults: The ELSA-Brasil. *Diabetes Care*, 46(2), 369-376.
- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. (1988).
- Grisa, C., & Porto, S. I. (2023). Políticas alimentares e referenciais setoriais na trajetória brasileira. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), 1-20.
- Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (1996). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*.
- Lei nº 13.666, de 16 de maio de 2018. (2018). Altera a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para incluir o Tema Transversal da Educação Alimentar e Nutricional no currículo escolar. *Diário Oficial da União*.
- Menon, A. M., Bernardelli, M. S., & Passos, M. M. (2020). Mediando a alimentação de escolares por meio de uma sequência didática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(1), 300-315.
- Mialon, M., Ho, M., Carriedo, A., Ruskin, G., & Crosbie, E. (2021). Beyond nutrition and physical activity: food industry shaping of the very principles of scientific integrity. *Global Health*, 17(37), 1-13.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2021). *Registros concedidos – 2005 – 2021*.
- Ministério da Educação – MEC. (1997a). *Parâmetros curriculares nacionais: apresentação dos temas transversais, saúde*. Secretaria de Educação Fundamental (MEC/SEF)
- Ministério da Educação – MEC. (1997b). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental (MEC/SEF)
- Ministério da Educação – MEC. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental (MEC/SEF)
- Ministério da Educação – MEC. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Secretaria de Educação Fundamental (MEC/SEF)
- Ministério da Saúde. (2014). *Guia Alimentar Para a População Brasileira*.
- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome. (2012). *Marco de Referência de Educação Alimentar e Nutricional Para Políticas Públicas*.
- Motta, M. B., & Teixeira, F. M. (2012). Educação Alimentar na escola: por uma abordagem integradora nas aulas de ciências. *Inter-Ação*, 37(2), 359-379.
- Nilson, E. A.F., Ferrari, G., Louzada, M. L. D. C., Levy, R. B., Monteiro, C. A., & Rezende L. F. M. (2022). The estimated burden of ultra-processed foods on cardiovascular disease outcomes in Brazil: A modeling study. *Frontiers in Nutrition*. (9), 1-9.
- Paiva, J. Magalhães, L., Santos, S., Santos, L., & Trad, L. (2019). A confluência entre o “adequado” e o “saudável”: análise da

instituição da noção de alimentação adequada e saudável nas políticas públicas do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(8), 1-12.

Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar – PENSSAN. (2021). *VIGISAN: Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da COVID-19 no Brasil*.

Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar –PENSSAN. (2022). *VIGISAN: Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da COVID-19 no Brasil*.

Santos, G. S. dos, & Oliveira, M. de F. A. (2021). Estratégias de ensino voltadas para educação alimentar: um artigo de revisão. *Debates em Educação*, 13(31), 621–647.

Stake, R. (2011). *Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Penso.

Zancul, M. S. (2017). Educação alimentar na escola: para além da abordagem biológica. *Araraquara: Temas em Educação e Saúde*, 13(1), 14-23.



## Reconstrucción curricular a partir de la cosmovisión de plantas y animales

- Curricular Reconstruction Based on the Worldview of Plants and Animals
- Reconstrução curricular a partir da cosmovisão de plantas e animais

### Forma de citar este artículo:

Méndez-Mercado D. (2023). Reconstrucción curricular en ciencias a partir de la cosmovisión de plantas y animales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 241 - 257. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-20105>

### Resumen

Este artículo de investigación expone la cosmovisión operante de una comunidad pluricultural del departamento de Antioquia acerca de las plantas y animales presentes en su entorno. Este pretende ofrecer un significado que determina las costumbres y tradiciones mantenidas por sus habitantes y que trascienden lo meramente educativo. Esto hace necesario incluir estos conocimientos en la reconstrucción del currículo en ciencias naturales, permitiendo así conservar estas cosmovisiones y estilos de vida.

El estudio tiene una naturaleza cualitativa y emplea el método etnográfico, así como instrumentos como el diálogo de saberes, la cartografía social y los grupos de discusión. Estos instrumentos permitieron caracterizar a los diferentes grupos humanos que poseen una identidad cultural propia, comprender el significado que atribuyen a las acciones de animales y plantas que encierran numerosos saberes ancestrales, y establecer el camino para reestructurar el currículo en ciencias naturales en base a los datos obtenidos.

Con esta información se han sentado las bases para fomentar una educación intercultural y ambiental que busque el cuidado y la conservación de las especies locales, así como la transmisión de saberes ancestrales de una generación a otra.

### Palabras clave

conocimiento tradicional; cosmovisión; cultura; educación intercultural

Daniel Eduardo Méndez-Mercado\* 

\* Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Córdoba. Docente de la Escuela Normal Superior Pedro Justo Berrío, Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia. [dmendezmercado@correo.unicordoba.edu.co](mailto:dmendezmercado@correo.unicordoba.edu.co)



## Abstract

This article presents the operative worldview of a multicultural community in the department of Antioquia regarding the plants and animals present in their environment. It aims to offer a significance that determines the customs and traditions maintained by its inhabitants, transcending mere educational content. This makes it necessary to include this knowledge in the reconstruction of the natural sciences curriculum, thus allowing the conservation of these worldviews and lifestyles.

The study is qualitative in nature and employs the ethnographic method, as well as instruments such as the dialogue of knowledge, social mapping, and discussion groups. These instruments allowed for the characterization of different human groups with their own cultural identities, understanding the meaning attributed to the actions of animals and plants that encompass numerous ancestral knowledge, and establishing the pathway to restructure the natural sciences curriculum based on the obtained data.

This information has laid the foundations to promote an intercultural and environmental education that seeks the care and conservation of local species, as well as the transmission of ancestral knowledge from one generation to next.

## Keywords

traditional knowledge; worldview; culture; intercultural education

## Resumo

Este artigo de pesquisa apresenta a cosmovisão operante de uma comunidade pluricultural do departamento de Antioquia sobre as plantas e animais presentes em seu entorno. Pretende-se oferecer um significado que determina os costumes e tradições mantidos por seus habitantes e que transcendem o meramente educativo. Isso torna necessário incluir esses conhecimentos na reconstrução do currículo em ciências naturais, permitindo assim conservar essas cosmovisões e estilos de vida.

O estudo possui uma natureza qualitativa e emprega o método etnográfico, bem como instrumentos como o diálogo de saberes, a cartografia social e os grupos de discussão. Esses instrumentos permitiram caracterizar os diferentes grupos humanos que possuem uma identidade cultural própria, compreender o significado que atribuem às ações de animais e plantas que englobam inúmeros saberes ancestrais, e estabelecer o caminho para reestruturar o currículo em ciências naturais com base nos dados obtidos.

Com essas informações, foram lançadas as bases para promover uma educação intercultural e ambiental que busque o cuidado e a conservação das espécies locais, bem como a transmissão de saberes ancestrais de uma geração para outra.

## Palavras-chave

conhecimento tradicional; cosmovisão; cultura; educação intercultural

## Introducción

El presente artículo surge como respuesta a la pregunta de investigación: ¿cuáles son los significados culturales que se les asignan a las plantas y animales en una comunidad pluricultural ubicada en el departamento de Antioquia?, formulada en el marco de la investigación titulada “Caracterización de los aspectos culturales de la comunidad del corregimiento de Zapata en el departamento de Antioquia”. Esta investigación se origina debido a que los docentes que laboran en la Institución Educativa Rural Zapata proceden de distintas partes del territorio colombiano, lo que resulta en un desconocimiento de los aspectos culturales, las creencias, las tradiciones y los estilos de vida de la comunidad. Ante esta situación, se consideró necesario realizar un estudio que recopilara toda esta información para poder reestructurar las prácticas de aula de manera que fueran pertinentes en el fortalecimiento de la identidad cultural.

Para dar respuesta a esta premisa, se optó por recopilar datos que permitieran caracterizar los aspectos culturales de la comunidad del corregimiento de Zapata, comenzando por esclarecer su devenir histórico, las prácticas sociales y las creencias relacionadas con la vida, la economía, la naturaleza, la sociedad y la tecnología. Para la redacción de este artículo, se establecieron los siguientes objetivos: 1) caracterizar los grupos humanos y culturales que conviven en la vereda La Iguana Central; 2) identificar la significación cultural que tienen las plantas y animales en el reconocimiento de ciertos comportamientos humanos a partir de la cosmovisión de cada grupo cultural; 3) reconocer la influencia que tiene la cosmovisión de los habitantes de la comunidad en los procesos educativos locales.

A partir de una perspectiva teórica, de la visión del conocimiento tradicional y la influen-

cia de las prácticas culturales en los procesos educativos, se realiza un acercamiento a los conceptos de *pluriculturalidad*, *cosmovisión cultural*, *plantas y animales*.

## Pluriculturalidad

La cultura se entiende como el conjunto de elementos simbólicos, económicos y materiales que influyen en las interacciones sociales y familiares de un individuo. Estos elementos están configurados por el desarrollo histórico y la educación transmitida de generación en generación, lo que permite que el ser humano adquiera conciencia de sí mismo y reconozca su identidad como un proceso en constante construcción. Esta definición nos lleva a comprender que la pluriculturalidad se refiere a la coexistencia de dos o más culturas en un mismo territorio y la posible interacción entre ellas (Villodre, 2012).

La pluriculturalidad es un fenómeno social que puede manifestarse en cualquier parte del mundo, territorio o sociedad. A menudo, surge debido a la migración de grupos humanos con una cultura particular hacia regiones donde ya existen poblaciones con tradiciones y creencias arraigadas. En la mayoría de los casos, estas últimas conforman la cultura dominante, lo que significa que no hay comunidades que sean monoculturales (Villodre, 2012).

## Cosmovisión cultural

La cosmovisión puede ser entendida desde diversas perspectivas que abordan distintos aspectos de la cultura. Por ejemplo, se concibe como una representación simbólica de la vida, la naturaleza y la relación del ser humano con su entorno (Álvarez, 2006). También se define como el conjunto de creencias que una persona tiene sobre su contexto, incluyendo un grupo de suposiciones y valoraciones que buscan explicar diversos fenómenos de

la vida, transmitidas y conservadas entre los miembros de una comunidad (Herrero, 2002).

Cruz (2018) propone dos perspectivas para comprender la cosmovisión cultural. En primer lugar, la cosmovisión es concebida como la realidad construida a lo largo del tiempo por los grupos humanos en interacción con su entorno, y define características propias e interacciones distintas que trascienden a las nuevas generaciones. En segundo lugar, la cosmovisión adquiere un carácter preteórico, dado que constituye la base de las creencias de los pueblos y culturas —formas de comprender y explicar los fenómenos naturales—.

Por tanto, la cosmovisión cultural puede ser entendida como la forma en que se percibe, interpreta y explica el mundo. Sin embargo, es importante destacar la plurivisión como una manera amplia de comprender la cosmovisión, para evitar caer en la universalización del término, ya que cada cultura interpreta el mundo a partir de sus propias experiencias (Guzñay, 2014).

### Plantas y animales desde la visión del conocimiento tradicional

Las plantas y los animales son percibidos de manera diferente según los conocimientos tradicionales que posean los distintos grupos humanos. Por ejemplo, los indígenas les atribuyen un valor espiritual que trasciende su utilidad como fuente de alimento, medicina o protección. De manera similar, las comunidades afrocolombianas buscan un uso sostenible de los recursos naturales para no perturbar el equilibrio dinámico existente en los ecosistemas. En contraste, la cultura dominante en Colombia adopta una visión antropocéntrica, por lo que emplea los recursos vegetales y animales con fines lucrativos sin considerar las consecuencias para la naturaleza (Guzñay, 2014).

Álvarez *et al.* (2018) establecen que al estudiar la visión del conocimiento tradicional sobre las plantas y animales en una comunidad cultural, es necesario considerar algunos principios fundamentales: la relacionalidad, la correspondencia, la complementariedad y la reciprocidad.

El primer principio implica una relación entre todos los elementos que conforman la naturaleza y el universo. El segundo principio implica una conexión entre el microcosmos y el macrocosmos, donde las acciones en un lugar pueden tener repercusiones en otros y viceversa. El tercer principio aborda la dualidad de la vida, donde cada entidad necesita de su contraparte para mantener la armonía, como la luz y la oscuridad, el frío y el calor. El último principio se refiere a la compensación constante que los elementos de la naturaleza ejercen sobre las acciones que los afectan, calificadas como positivas o negativas, y que se devuelven al individuo que las realiza (Álvarez *et al.*, 2018).

Estos principios son útiles para estudiar la cosmovisión de las comunidades pluriculturales de manera integral, particularmente porque permiten centrarse en los significados atribuidos a las plantas y animales presentes en su entorno.

## Influencia de las prácticas culturales en los procesos educativos

Las prácticas culturales de las comunidades donde se encuentran ubicadas las instituciones educativas son un factor clave para establecer el Proyecto Educativo Institucional (PEI), el cual tiene como objetivo satisfacer las necesidades presentes y fortalecer las creencias y tradiciones que forman parte de la vida de sus miembros. Esto se logra al explorar el conocimiento de la naturaleza conservado en la memoria social de los habitantes, transmitido de generación en generación a través de la tradición oral. Desde la escuela, este conocimiento se convierte en estrategias y procesos de enseñanza y aprendizaje que permiten preservar esa memoria social mediante la integración entre el saber tradicional y el occidental (Quintriqueo *et al.*, 2012).

En los procesos educativos donde coexisten múltiples grupos culturales, es crucial considerar la interculturalidad como la opción más viable para llevar a cabo una práctica formativa de calidad. Esto implica una reflexión transversal que incorpore las áreas del conocimiento con los saberes culturales existentes, con el fin de dinamizar y recrear experiencias que consoliden y garanticen la conservación de las creencias y tradiciones de la comunidad (Valladares-Riveroll, 2011).

## Metodología

La presente investigación se enmarca en un enfoque descriptivo-interpretativo, utilizando el método etnográfico dentro del ámbito cualitativo. La investigación cualitativa es especialmente adecuada para recopilar datos desde las perspectivas y puntos de vista de los participantes, ya que se recurre a diversas fuentes como el lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como a elementos visuales. Estos

datos se describen y analizan para identificar categorías que reflejen las tendencias personales (Sampieri, 2018, p. 9).

El método etnográfico busca “describir y analizar las ideas, creencias, significados, conocimientos y prácticas” de grupos humanos o culturales. Esto implica examinar el imaginario y la simbología atribuida por los miembros de una comunidad a ciertos fenómenos que ocurren en su entorno (Sampieri, 2018, p. 501).

Para el desarrollo de este estudio, se seleccionó la comunidad del corregimiento de Zapata, específicamente a los habitantes de la vereda La Iguana Central, ubicada en el municipio de Necoclí, en el departamento de Antioquia, donde se encuentra la Institución Educativa Rural Zapata. El estudio se estructuró en las siguientes fases:

- Fase de caracterización de la comunidad: proceso en el que se recopila información para distinguir los grupos culturales presentes en la comunidad (González-Carrillo, 2021).
- Fase de diálogo de saberes: consiste en la “construcción de los significados que los miembros de la comunidad les confieren a ciertos fenómenos” a partir del comportamiento de las plantas y animales del contexto (Salinas y Núñez, 2019, p. 20).
- Fase de correlación con los procesos educativos: interpretación sobre los efectos que tienen los significados culturales en los procesos formativos, con el objetivo de conservarlos (Berrueta *et al.*, 2021).

Para ejecutar las fases mencionadas anteriormente, se utilizaron los siguientes instrumentos para recolectar la información:

En la fase de caracterización, se llevó a cabo una encuesta estructurada aplicada a

cada familia en la comunidad, con el propósito de recopilar datos relacionados con los apellidos, lugar de origen, rasgos físicos destacados, costumbres y tradiciones transmitidas desde sus antepasados (Ávila *et al.*, 2020; González-Carrillo, 2021).

En la fase de diálogo de saberes, se formaron grupos focales por cada grupo cultural identificado, donde se identificaron las plantas y animales presentes en el entorno, así como los usos que se les otorgan, el significado que atribuyen a su comportamiento frente a situaciones o fenómenos específicos y si existen pruebas que respalden estas interpretaciones. Los comentarios de cada participante fueron grabados para su posterior análisis e interpretación coherente.

En la fase de correlación con los procesos educativos, se llevó a cabo un grupo de discusión en el que los docentes, agrupados por área del conocimiento, identificaron los saberes cosmológicos de la comunidad que podrían ser abordados en el aula desde diferentes perspectivas, con el objetivo de promover la formación intercultural en los estudiantes. Esto se realizó mediante la comparación de los datos obtenidos con los planes de estudios de la institución educativa.

Para garantizar la confiabilidad y validez del estudio, se consideraron los aportes de Sampieri (2018) al emplear la triangulación de fuentes para verificar los datos obtenidos de un grupo cultural con los de otros grupos similares. La validez de la información se respalda con las grabaciones de audio de los diálogos de saberes, los datos recopilados en las encuestas y los registros de las discusiones de los docentes para integrar los saberes culturales en los procesos formativos.

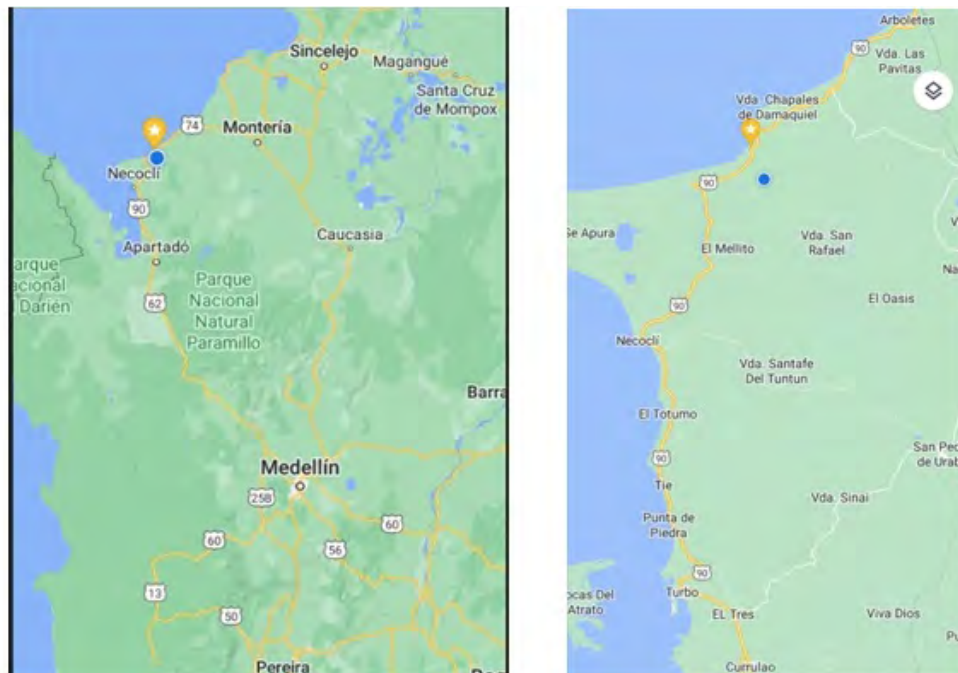
## Resultados

A continuación, se presentan los hallazgos de la investigación. En primer lugar, se ofrece una caracterización de los grupos culturales presentes en la comunidad de la vereda La Iguana Central durante un periodo de dos años. En segundo lugar, se describen los significados atribuidos a ciertas plantas y animales que influyen en fenómenos propios de la comunidad. En tercer lugar, se exponen las acciones llevadas a cabo desde la institución educativa para integrar los saberes culturales del entorno con los conocimientos disciplinares.

### Caracterización de los grupos humanos y culturales de la comunidad

En la figura 1 se representa mediante un punto azul la ubicación de la comunidad objeto de estudio en el mapa de Colombia.

Figura 1. Ubicación espacial de la comunidad La Iguana Central en el mapa de Colombia



Fuente: tomado de Google Maps y adaptado por el autor.

En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos de la encuesta para identificar las familias, su lugar de origen y la cultura que han heredado de sus ancestros. Estas familias están compuestas por un mínimo de seis y un máximo de quince miembros.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, se identificaron al menos cinco grupos culturales definidos por la afinidad de su lugar de origen, características físicas, costumbres y

tradiciones que han sido preservadas por las familias que componen la comunidad. Esta pluriculturalidad se atribuye al desplazamiento de los grupos humanos en búsqueda de mejores oportunidades laborales, ya que la zona es rica en el cultivo de plátano, coco, cacao y aguacate. Estos productos alimenticios se venden semanalmente en grandes cantidades, lo que genera ganancias suficientes para sustentar a los miembros de la familia.

Tabla 1. Caracterización de los grupos humanos de la comunidad Iguana Central, Antioquia

Número de familias	Procedencia	Rasgos culturales	Observaciones
3	Tuchín, Córdoba	Indígenas	Aunque conocen su legado cultural, no lo transmiten (trenzado del sombrero vueltiao)
10	Quibdó y sus alrededores, Chocó	Afrodescendientes	Conservan su dialecto propio y su forma de vestir
8	Medellín y alrededores, Antioquia	Paisa	Conservan su dialecto propio y sus costumbres alimenticias
11	Montería y alrededores, Córdoba	Costeños	Su dialecto se ha adaptado a los demás y se han perdido sus costumbres gastronómicas
12	Necoclí	Nativos de Urabá	Conservan su legado cultural

Fuente: elaboración propia.

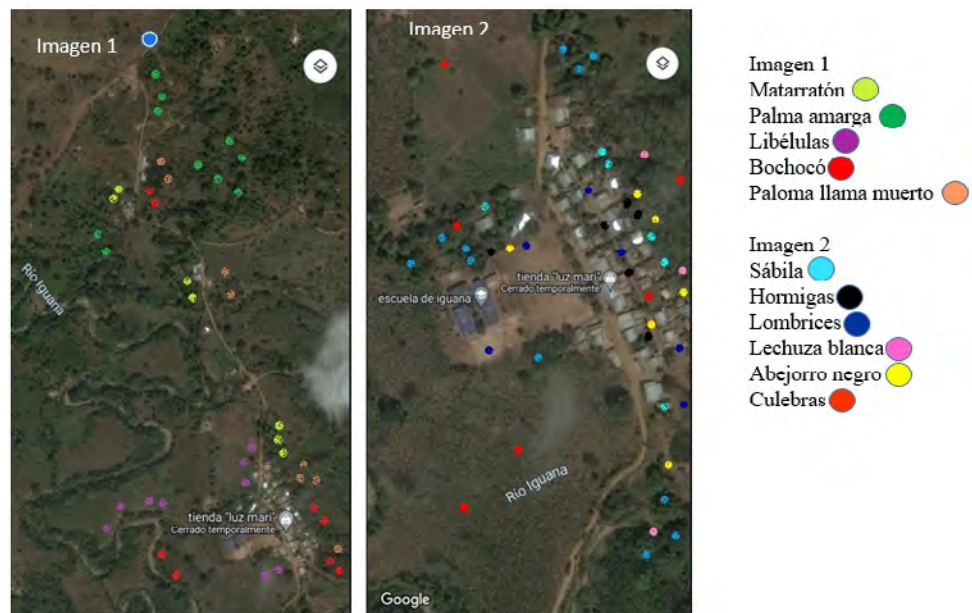
A pesar de que los grupos humanos conservan rasgos culturales definidos, la interacción con otras culturas ha generado una mezcla de dialectos, preferencias gastronómicas y una amalgama de prácticas y ritos, los cuales se han materializado en festividades que se llevan a cabo anualmente, como el Reinado del Aguacate.

Estas circunstancias coinciden con lo establecido por Villodre (2012), quien describe que las comunidades pluriculturales son el resultado de migraciones de grupos humanos que, por diversas razones, abandonan sus lugares de origen para integrarse en otros entornos culturales, donde necesitan adaptarse y fusionarse con el fin de mantener una convivencia armoniosa.

### Significación cultural que tienen las plantas y animales en el reconocimiento de ciertos comportamientos humanos

Una vez caracterizados los grupos humanos y culturales de la comunidad, se procedió a establecer un diálogo de saberes con cada familia, según su trasfondo cultural, con el fin de entender la representación cosmogónica que atribuyen a ciertas plantas y animales presentes en el entorno. La figura 2 exhibe la cartografía social donde los habitantes de la comunidad señalaron la ubicación de las especies.

Figura 2. Cartografía social sobre la localización de las especies animales y vegetales



Fuente: tomado de Google Maps y adaptado por el autor.

Los comentarios están agrupados según las categorías, identificados como p1, p2, p3... hasta n participantes. Para este análisis, primero se muestran los resultados de la cosmovisión de las plantas.

En la cosmovisión de las plantas se distinguen dos categorías definidas: los efectos de las plantas en la cura y protección contra maleficios, y el comportamiento humano condicionado por la dinámica de la especie vegetal. Para comenzar, se analiza el arbusto de matarratón (*Gliricidia sepium*), del cual los miembros de la comunidad han hecho los siguientes comentarios:

Cuando el matarratón florece, para eso en los meses de verano, hace que las mujeres se alboroten, o sea, tienen más deseos sexuales. (p1)

Si un niño tiene mal de ojo, se toman unos cogollos de matarratón, se santigua haciendo una cruz sobre la cabeza, haciendo un rezo y así el niño se le quita eso. (p7)

La representación atribuida a esta planta gira en torno a la conducta reproductiva humana, la cual se cree que puede ser estimulada por el ciclo de florecimiento de la planta. Aunque esto es solo una suposición, los participantes aseguran que los efectos son más pronunciados en las mujeres vírgenes, lo que podría explicar por qué en esa etapa de la vida los impulsos sexuales son más intensos y las jóvenes se casan a una edad temprana en lugares donde abundan estas plantas.

Además, se le atribuye a esta planta otro significado: curar el mal de ojo. Este maleficio se cree que es provocado por una persona que se ríe de un infante, lo que causa fiebre, pérdida de apetito y dificultades para dormir en el niño afectado. Se cree que utilizando las partes más tiernas de esta planta se puede quitar el maleficio, mediante la intervención de alguien que sepa santiguar o rezar en cruz. Este enfoque tiene un carácter místico que aún no ha sido comprobado desde la medicina.

Otra planta que forma parte del entorno natural es la sábila (*Aloe vera*). Según los comentarios, “si se cuelga una planta de sábila

en la entrada de la puerta, se alejan las malas energías y la brujería, y llegan las bendiciones para la casa” (p12). Los miembros de la comunidad consideran que las hojas de esta planta son un amuleto de buena suerte que protege especialmente al hogar, ya que impide que personas malintencionadas lleven brujería para perjudicarlos. Estas hojas se cuelgan detrás de la puerta de entrada de la casa, y si no se marchitan, significa que la familia no ha sido víctima de un ataque maligno, pero si se marchitan, indica que han sido objeto de maleficios en varias ocasiones.

Los siguientes aspectos están relacionados con comportamientos humanos que condicionan el ciclo de vida de la especie vegetal. Por ejemplo, se menciona sobre la palma amarga (*Sabal mauritiiformis*): “La palma utilizada para hacer techos de las casas debe ser cortada cinco días después de la luna nueva, porque de lo contrario se infestará de gusanos y se echará a perder” (p15).

Este detalle permite a los habitantes del corregimiento determinar el momento adecuado para cortar la palma que utilizan para techar sus casas. Si no siguen estos parámetros lunares, podrían retrasar el proceso y perder su trabajo. Este conocimiento se transmite de generación en generación, desde los abuelos hasta las generaciones más jóvenes, con el fin de evitar la pérdida de este material.

En cuanto al árbol de mango (*Mangifera indica*), se generó una controversia que merece un análisis detallado en este apartado.

Si una mujer que tiene la regla se monta en un palo de mango que pare todos los años, lo amacha, es decir, no vuelve a parir más nunca. (p19)

Mi abuela me decía que si una mujer que ya tenía marido se montaba en el palo de mango lo amachaba, es decir, no volvía a parir más mangos. (p20)

Esta creencia presenta dos posturas distintas. La primera se relaciona con el ciclo menstrual de la mujer, mientras que la segunda se asocia al estado civil de casada. Ambas posturas sugieren que estas condiciones pueden afectar la producción anual de frutos del árbol de mango. Por lo tanto, se prohíbe que las mujeres, en cualquiera de las dos condiciones mencionadas, se cuelguen de las ramas de este árbol en el momento en que florece y produce su cosecha, con el fin de evitar daños en la producción.

Muchos habitantes informaron sobre casos en los que árboles que antes daban frutos dejaron de hacerlo después de estos incidentes. Sin embargo, biológicamente, este hecho no está demostrado, ni se ofrece una explicación que relacione estas condiciones con la dinámica del árbol. Por lo tanto, posiblemente se trate de un aspecto místico, hasta que se demuestre lo contrario con evidencias científicas.

En cuanto a la cosmovisión de los animales, se agrupan en categorías que abarcan las condiciones climáticas, la salud y las acciones cotidianas realizadas por los habitantes de la comunidad. En primer lugar, tenemos la predicción de los aguaceros:

Las hormigas sienten cuando viene un sueste grande, de esos que tumban techo. Ellas están metidas en sus nidos y cuando ven que algo está por dañarlo o ahogarlas, salen todas a mudarse a otro lugar donde no puedan mojarse. Entonces ve uno las hormigas alborotadas caminando del nido a esa parte alta, cargando los huevos blancos para salvarlos. Van con una prisa como si se las fuera coger el sueste. (p13)

Las lombrices de tierra cantan. Ellas cantan cuando presienten agua, un sueste con ventarrón. Se les escucha en las noches, es como un pito que suena 'truík'. Eso no demora mucho cuando cantan, pero si nos avisa que viene agua y buena agua. (p6)

Estos comentarios muestran que los habitantes de la comunidad son observadores muy perspicaces, ya que interpretan y relacionan los comportamientos de los animales con las condiciones climáticas futuras. Este conocimiento les permite prevenir desastres potenciales, como el destechado de las casas, el derrumbe de paredes, las inundaciones en los cultivos y las casetas donde se resguardan los animales. Además, les permite fortalecer los cimientos de estas estructuras para que puedan resistir los aguaceros intensos y los huracanes.

En segundo lugar, se observa que la salud de las personas puede predecirse a partir de ciertos comportamientos de los animales, que en algunos casos han sido corroborados con exámenes médicos. Algunos comentarios al respecto son:

Es fácil saber cuándo una mujer está preñada. Si por arriba de la casa o el patio pasa una lechuga blanca cantando en las horas de la noche, es porque en esa casa hay una mujer preñada que lo tiene escondido. Entonces uno debe escupir en el suelo para que no sea uno. (p3)

Este dicho es sumamente popular entre las abuelas, quienes basadas en su experiencia consideran que es algo real que se confirma a los pocos meses. Este conocimiento ancestral se percibe como un indicador del estado de preñez de las mujeres, por lo que se continúa transmitiendo de generación en generación. Además, la acción de escupir cuando este animal pasa cantando tiene como propósito evitar que la mujer esté embarazada, o en el caso del hombre, ser señalado como el responsable de dejar a una mujer embarazada.

En esta misma línea, se presentan los siguientes comentarios:

Una mujer cuando está preñada tiene un olor que cuando las culebras se les acerca y las huele, las vuelve bobas. La culebra se pone sonsa y es fácil de matarla porque no ataca a uno, sino que sigue sonsa, como si estuviera mareada o borracha. (p22)

¿Usted sabe cuándo un bebé recién nacido lo está amamantando una culebra? Cuando el bebé se pone flaco y maluco y la mamá también es porque una culebra los está visitando por las noches. La culebra se pega en la teta de la mamá y se toma la leche y cuando hace eso, le mete la cola al bebé para que se la chupe. Eso pasa durante muchas noches. Entonces para que se curen, se debe quedar uno despierto para esperar la culebra y matarla porque si no el bebé se va a morir. (p23)

El embarazo y los primeros días del bebé son etapas críticas que requieren especial cuidado por parte de los padres. Según la tradición de la comunidad, la madre debe dormir en una cama con un toldo bien ajustado para evitar que las serpientes entren durante la noche y lastimen al recién nacido. En caso de que las serpientes estén causando daño, lo más apropiado es esperar a que el animal aparezca para matarlo, justo en el momento

en que se disponga a continuar con su rutina. El estado de embarazo de la mujer se considera con cierta despreocupación, ya que se cree que durante esta condición son inmunes a los ataques de serpientes y otras especies venenosas.

En cuanto a la predicción de la muerte de alguien, esta está mediada por el canto de un ave nocturna conocida como “pavita” o “paloma llama muerto”, que en realidad es un búho pequeño (*Glaucidium jadinii*). Los habitantes de la comunidad expresan:

Eso de que alguien se va a morir lo dice el canto de la pavita. En las noches cuando uno escucha a ese animal se le pone los pelos de punta y uno se persigna porque no quiere ser el muerto. Lo peor es cuando canta en alguno de los palos que están cerquita de la casa de uno, porque quiere decir que alguien de la familia se va a morir. Entonces uno le dice a algún pelao que le tire piedras y la eche para que se lleve su llama muerto a otra parte. (p9)

Este conocimiento cosmológico ha llevado a que las personas estigmaticen al búho hasta el punto de perseguirlo y atacarlo hasta matarlo, lo que ha resultado en una reducción de su población. Sin embargo, el canto de esta ave se utiliza para marcar territorio o comunicarse con otras durante la época de apareamiento, lo que no representa ningún peligro para las personas.

La creencia de que este ave atrae la muerte es un concepto arraigado desde tiempos ancestrales, especialmente entre los habitantes de zonas rurales, donde la falta de comprensión sobre la naturaleza de este animal llevó a una reinterpretación mística de ultratumba. Esta resignificación se debe a que la actividad principal del búho se lleva a cabo durante la noche, lo que llevó a aquellos que lo observaron a considerarlo como un ser maligno.

En tercer lugar, las acciones cotidianas están influenciadas por comportamientos animales que advierten sobre eventos que pueden ocurrir posteriormente. Un ejemplo es el del abejorro negro (*Xylocopa violacea*):

Uno sabe cuándo va a llegar una visita a la casa. Si un abejorro entra por la puerta a la casa y da vueltas adentro, significa que va a llegar una visita. Si solo entra y sale, la visita no va a demorar mucho. Si el abejorro da muchas vueltas y se mete en la cocina, en los cuartos y vuelve otra vez a la sala, significa que la visita se va a quedar varios días. (p5)

En la comunidad, recibir visitas es una oportunidad para demostrar hospitalidad, entablar conversaciones y fortalecer los lazos de amistad con amigos y familiares que viven lejos. Por esta razón, el vuelo del abejorro negro es recibido con agrado y expectativa, ya que surge la curiosidad por saber quién podría ser la persona que llegará de visita y qué traerá como regalo para compartir. Si la visita es prolongada, tal como lo indica la presencia del insecto, la familia se prepara: arregla la casa, compra suficiente comida y acondiciona una habitación para recibir al huésped. Esta conducta es un reflejo de que las familias de la comunidad son personas sociables que valoran la compañía de los demás y que desean mostrar lo mejor de su hogar.

En la misma línea, se encuentra una similitud con lo que hace el Bochocó (*Campylorhynchus griseus*), un pequeño pájaro, según los comentarios de algunos habitantes.

El Bochocó es un ave dañina, se chupa los huevos de las gallinas si uno no los recoge en la mañana. Pero es buena cuando llega bien temprano a tocar las puertas con su pico o las ventanas. Cuando hace esto nos está diciendo que va a llegar alguien a pedir un favor. (p8)

A muchos habitantes no les agrada la visita de esta ave porque quienes se acercan generalmente están solicitando favores, y en la mayoría de los casos, se trata de dinero. En muchas ocasiones, no se dispone de este recurso ni siquiera para comprar alimentos. Por lo tanto, la presencia de este pequeño pájaro se ha convertido en una molestia para la comunidad.

Otro comentario sobre esta ave es el siguiente:

Yo pienso que el Bochocó es un pájaro que le sirve mucho a la comunidad. Cuando uno está trabajando en el monte, ese pájaro se amontona con otros y se ponen a brincar de aquí para allá buscando grillos para comer. Entonces cuando uno escucha que comienzan a cantar un canto, así como de miedo o de alboroto, es porque ha visto algo que es malo como una culebra y le avisa a uno de que ese animal está allí, que uno debe tener cuidado porque si no lo puede picar a uno. (p17)

Para los hombres que trabajan en las plantaciones de plátano y en los ras-  
trojos, contar con la compañía de esta ave es considerado una bendición. Su

presencia armoniosa en las rutinas laborales cotidianas simboliza la ausencia de peligros. Sin embargo, su canto estridente y repetitivo les advierte a los trabajadores que deben tener cuidado por donde caminan, ya que podría haber animales como serpientes, tarántulas o tigres que podrían causarles daño.

Desde esta perspectiva, el Bochocó es considerado una compañía más útil que un perro cuando se trata de labores agrícolas, ya que puede alertar sobre peligros que podrían pasar desapercibidos para las personas.

Otro ser vivo que tiene un significado valioso para la comunidad son las libélulas:

Cuando no tenemos para comprar liga, nos toca irnos al río a pescar. Uno sabe cuándo es el mejor momento para ir. No más mira uno el cielo y si ve ese montón de grillitos que vuela, que hacen nubes, nos están diciendo que hay una trilla de pescado. Entonces como uno sabe que hay bastante, uno se va por las tardes o por la nochecita y se los pesca. (p8)

Las libélulas son insectos que se encuentran en gran parte del ecosistema de la comunidad. Los habitantes están atentos cuando ocurre el fenómeno en el que se agrupan y vuelan juntas por el cielo para dirigirse a los arroyos y lagos a pescar.

Los habitantes no pueden explicar la relación entre este fenómeno de las libélulas y el aumento de peces en el río. Sin embargo, saben que este insecto pasa la mayor parte de su vida en el agua, por lo que posiblemente observan lo que sucede en el fondo y evitan acercarse a las fuentes para no ser comidos por los peces. Esto podría obligarlas a volar en busca de un lugar más seguro.

Los comentarios anteriores concuerdan con lo que Herrero (2002) y Álvarez (2006) definen como cosmovisión, al percibir las creencias que una persona tiene sobre los elementos que conforman su entorno natural. Estas creencias surgen de la observación y la transmisión oral, y buscan explicar los fenómenos, aunque carezcan de validez científica.

La cosmovisión que poseen los habitantes se basa en los principios expuestos por Álvarez *et al.* (2018), otorgándoles significado a las causas y efectos que los comportamientos de las especies tienen sobre la dinámica de la comunidad.

### Articulación de los saberes culturales a los saberes disciplinares en la institución educativa

Una vez conocidos los aspectos culturales que cada grupo humano posee dentro de la comunidad, se llevó a cabo un grupo de discusión con los docentes de la institución educativa para determinar los contenidos temáticos que se pueden relacionar con los datos obtenidos. Estas reuniones se realizaron cada semestre con el objetivo de incluir nuevos aspectos culturales que surgieran o fuera necesario abordar desde las aulas de clase. Con la finalidad de promover una educación intercultural, el currículo reestructurado incorpora los aportes de las distintas áreas del conocimiento junto con actividades que permitan que el estudiante se aproxime lo más posible a lo que ocurre en la comunidad.

La tabla 2 muestra la primera inclusión de los saberes locales con los disciplinares desde la perspectiva de las ciencias, las humanidades y el idioma.

Tabla 2. Primera reestructuración del currículo basado en los saberes culturales locales

Saber cultural	Saber disciplinar relacionado	Actividades que fomentan la interculturalidad
Ecosistemas, fauna y flora de la localidad	Ciencias naturales	Observación y descripción de la dinámica de las especies de la localidad Elaboración de mapas de la localidad para ubicar los grupos humanos y culturales
Cultura, geografía e historia de los grupos culturales	Ciencias sociales	Redacción de textos donde se describan los modos de vida de cada grupo cultural (gastronomía, vestimenta, ritmos musicales, danzas, costumbres y tradiciones) Investigaciones sobre la genealogía de cada familia que describan líneas de tiempo y árboles genealógicos
Dialectos y palabras propios de cada cultura	Lenguaje	Elaboración de vocabularios con sus palabras equivalentes en un lenguaje comprensible para todos
Cosmovisión de plantas y animales según la perspectiva de los abuelos	Lenguaje e inglés	Investigación de los significados que la comunidad le otorga a plantas y animales de la localidad Redacción de párrafos descriptivos sobre la significación de las especies Traducción al inglés sobre la cosmovisión de los habitantes de la comunidad

Fuente: elaboración del autor.

La reestructuración de los contenidos curriculares de las áreas del conocimiento ha permitido fomentar un ambiente escolar inclusivo y tolerante entre los estudiantes. Las diferencias culturales se convirtieron en objeto de estudio, hecho que facilitó la comprensión de los modos de vida de cada individuo y generó orgullo y reconocimiento por la herencia recibida.

Sin embargo, en este primer intento de integración de saberes culturales y disciplinares, hubo aspectos que no se incluyeron. Por ello, en la posterior reunión del grupo de discusión se agregaron otros, como se muestra en la tabla 3.

Esta segunda reestructuración buscaba abordar temáticas relacionadas con la cosmovisión de algunas especies animales, como las culebras, las hormigas, el abejorro negro, la “paloma llama muerto” y las libélulas, que son objeto de ataques y malos tratos que, en la mayoría de los casos, resultan en la destrucción de sus nidos o lugares de estancia, y en la muerte de los individuos. Para evitar esto, se propuso abordar desde la ética y la educación ambiental el respeto por la vida de estas especies, destacando la importancia y función que desempeñan en el equilibrio de los ecosistemas.

Aunque no ha sido una tarea fácil, dado que se debe luchar contra la significación operante de estas especies entre los grupos culturales, poco a poco se está generando una cultura de respeto por la vida, sin perder de vista que la cosmovisión local es el conjunto de creencias de los abuelos de los estudiantes y se deben conservar como tales, como creencias heredadas.

Otro aspecto a tratar era la participación de la institución educativa en el Reinado Municipal del Aguacate, que se lleva a cabo durante la Semana Santa de cada año. En este evento, el eje temático es la valorización del árbol del aguacate, y las candidatas de otros corregimientos utilizan en el desfile de traje

típico vestuarios elaborados con hojas, ramas, flores y frutos de esta especie vegetal. Desde el área artística, se prepara a los estudiantes con sus propios diseños hechos con material reciclable, que pueden servir de modelo para los trajes de las candidatas en los siguientes certámenes que se realicen.

**Tabla 3. Segunda reestructuración del currículo basado en los saberes culturales locales**

Saber cultural	Saber disciplinar relacionado	Actividades que fomentan la interculturalidad
Reinado del Aguacate	Artística Educación ambiental	Concurso de trajes típicos elaborados con material reciclable  Conversatorios sobre la importancia de respetar la vida del abejorro negro, las libélulas, la paloma llama muerto, las culebras y las hormigas.
Respeto por la vida silvestre	Ética y valores humanos Educación ambiental	Elaboración de carteleras sobre el nicho ecológico que cumplen las especies animales vulnerables

Fuente: elaboración del autor.

Aún queda pendiente incorporar en la reestructuración del currículo la manera de fortalecer los aspectos culturales de los grupos indígenas zenú y costeños que se han ido perdiendo debido a la interacción con otras culturas presentes. Además, es necesario abordar temáticas relacionadas con los bailes y aires musicales de cada grupo cultural.

Estos intentos de fomentar la interculturalidad en las aulas de clase se basan en los aportes de Valladares-Riveroll (2011), quien establece una propuesta educativa cimentada en el modelo dialógico crítico intercultural. Este modelo permite abordar los conocimientos culturales ancestrales desde los aprendizajes disciplinares que se enseñan en las escuelas, con el ánimo de generar un cambio desde las dimensiones prácticas y cognitivas.

El proceso detrás del cambio propuesto por el autor es el mismo que se aplica en la educación intercultural propuesta en la reestructuración del currículo de la institución educativa. Comienza reconociendo los prejuicios culturales a partir de argumentos epistemológicos, continúa con la apropiación de las dimensiones que componen las culturas existentes y concluye con la recreación de las concepciones para poder interactuar en favor de la modificación de la forma de apreciar el mundo.

Este proceso se aplica en cada unidad temática, donde se conoce la perspectiva de cada grupo cultural sobre el tema a tratar, se debate sobre los acuerdos y desacuerdos de los puntos de vista, y se llega a un consenso para viabilizar el objetivo de la actividad. La aplicación de este proceso apenas está dando sus primeros frutos: la tolerancia, el respeto por la vida y la identidad cultural son los primeros logros que se pretenden alcanzar de forma completa y total en los procesos formativos.

## Conclusiones

El conocimiento sobre las creencias y representaciones simbólicas que los grupos culturales asignan a las especies animales y vegetales presentes en su contexto es un punto de partida para fomentar la educación intercultural desde la escuela. Esta educación debe incorporar los aportes de las ciencias naturales para generar acciones que promuevan la educación ambiental, dado que todos los grupos culturales dependen de la naturaleza para su desarrollo y progreso, utilizando sus recursos de manera sustentable y garantizando la conservación de su legado cultural.

Las instituciones educativas tienen la obligación de conocer su contexto para determinar el currículo escolar que mejor responda a los intereses y necesidades de la comunidad. Por

lo tanto, es crucial establecer una comunicación entre los habitantes y los agentes educativos escolares para identificar los aspectos que deben abordarse desde el aula de clases para fortalecer la identidad y la conservación de la naturaleza. Aunque los docentes elaboran el currículo escolar, deben tomar en consideración las voces de los miembros de la comunidad para diseñar una propuesta que se relacione con las realidades y expectativas de la educación.

En este sentido, los aportes de Quintriqueo *et al.* (2012) son importantes al destacar la necesidad de sumergirse dentro del grupo cultural para entender las dinámicas que operan en las tradiciones, costumbres y creencias de los habitantes de la comunidad, que serán parte de las nuevas estrategias educativas, abordándolas desde la perspectiva del saber occidental.

Asimismo, el modelo educativo intercultural propuesto por Valladares-Riveroll (2011) es esencial para generar cambios que transformen la cosmovisión de los grupos culturales, sin perder de vista que esta es el producto de años de observación e interacción con la naturaleza. Por lo tanto, en lugar de cambiarla en sentido pleno, se busca comprenderla y conservarla como una herencia ancestral.

## Referencias

- Álvarez, C. (2006). *Cosmovisión de las nacionalidades shuwar y kichwa. Módulo dictado a los maestrantes en Estudios Superiores, con mención en la Interculturalidad y Gestión en la Universidad de Cuenca*. Universidad de Cuenca.
- Álvarez, P., Vélez, C., Balarezo, D. y Rosero, A. (2018). Cosmovisión andina relacionada al uso de plantas medicinales, Sayausí-Cuenca 2016. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 36(1), 43-53.
- Ávila, H., González, M. y Licea, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(3), 62-79.
- Cruz, M. (2018). Cosmovisión andina e interculturalidad: una mirada al desarrollo sostenible desde el sumak kawsay. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5, 119-132.
- González-Carrillo, V. (2021). *Caracterización socio-económica-ambiental de la comunidad de joa-jipijapa* (tesis de pregrado). UNESUM, Jipijapa.
- Guzñay, J. (2014). Desarrollo, educación y cosmovisión: una mirada desde la cosmovisión andina. *Universitas-xxi. Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 21, 17-32.
- Herrero, J. (2002). *Cosmovisión*. <http://www01.sil.org/training/capacitar/antro/cosmovision.pdf>
- Quintriqueo, S., Gutiérrez, M. y Contreras, Á. (2012). Conocimientos sobre colorantes vegetales. *Perfiles Educativos*, 24(138), 108-123. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13224551008.pdf>

Salinas, S. y Núñez, J. (2019). Las interculturalidad-es, identidad-es y el diálogo de saberes. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, 66, 10-23.

Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.

Valladares-Riveroll, L. (2011). Un modelo dialógico intercultural de educación

científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119-134. <https://www.redalyc.org/pdf/552/55218731008.pdf>

Villodre, M. (2012). Pluriculturalidad, multiculturalidad e interculturalidad, conocimientos necesarios para la labor docente. *Hekademos: Revista Educativa Digital*, 11, 67-76.



## Aspectos neurocientíficos da teoria da semelhança na experimentação no ensino de química

- Neuroscientific Aspects of Similarity Theory in Chemistry Education Experimentation
- Aspectos neurocientíficos de la teoría de la semejanza en la experimentación en la enseñanza de la química

### Forma de citar este artículo:






de Souza Pereira, A., Lima Mattos, R. A., Azevedo Campos, M., Silva da Fonseca, L. e Ambrosina da Costa, M. (2024). Aspectos neurocientíficos da teoria da semelhança na experimentação no ensino de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 258 - 274. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18274>

### Resumo

Este estudo trata de uma pesquisa qualitativa que teve por objetivo investigar como uma atividade experimental, pautada na Teoria da Semelhança, a partir de uma intervenção elaborada por meio da modelagem matemática, pode contribuir para construção do conhecimento de eletroquímica. Os participantes foram estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma instituição pública de Ensino Superior, localizada no Brasil. Como dispositivos para coleta dos dados, foram utilizadas a observação participante e a atividades de investigação por meio de experimentos, com provocação de averiguarem quais experimentos apresentaram evidências de uma reação química. A discussão dos dados foi possibilitada pela Teoria da Semelhança. Os resultados trazem reflexões a respeito da organização, planejamento e relação dos mecanismos atencionais no desenvolvimento de intervenções com conceitos que envolvam o pensamento matemático e químico.

### Palavras-chave

teoria da similaridade; obsolescência programada; eletroquímica; intervenção em sala de aula: atenção seletiva

Ademir de Souza Pereira\*   
Robson Aldrin Lima Mattos\*\*   
Márcia Azevedo Campos\*\*\*   
Laerte Silva da Fonseca\*\*\*\*   
Maria Ambrosina da Costa\*\*\*\*\* 

\* Doutor em Educação para a Ciências (Unesp/Bauru/Brasil). Docente do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e Pós-doutor pelo Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (Brasil). [ademirpereira@ufgd.edu.br](mailto:ademirpereira@ufgd.edu.br)

\*\* Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica (PUC/São Paulo). Pós-doutorando no Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (Brasil). Docente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. [rmattos@uneb.br](mailto:rmattos@uneb.br)

\*\*\* Doutora em Ensino Filosofia e História das Ciências (UFBA/Brasil). Pós-doutoranda no Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (Brasil). Docente da Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR. [azevedoxu@gmail.com](mailto:azevedoxu@gmail.com)

\*\*\*\* Pós-Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP); Doutor em Educação Matemática (Didática da Matemática, Neurociência Cognitiva) pela Universidade Anhanguera de São Paulo – unian. Docente do Instituto Federal de Sergipe (IFS) e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UFS). [laerte.fonseca@uol.com.br](mailto:laerte.fonseca@uol.com.br)

\*\*\*\*\* Doutora pela Universidade Federal de São Paulo. Psicóloga e Professora da UNICID (Universidade da Cidade de São Paulo), nos seus cursos de graduação e pós-graduação, áreas de atuação: educação e saúde. [marianina59@yahoo.com.br](mailto:marianina59@yahoo.com.br)



## Abstract

This study presents qualitative research aimed at investigating how an experimental activity, based on the Theory of Similarity through an intervention designed using mathematical modeling, can contribute to the construction of knowledge in electrochemistry. The participants were students in the Chemistry Teaching Degree program at a public institution of higher education in Brazil. Data collection methods included participant observation and investigative activities through experiments, challenging students to identify which experiments provided evidence of a chemical reaction. The Theory of Similarity facilitated the discussion of the data. The results offer reflections on the organization, planning, and relationship of attentional mechanisms in the development of interventions involving mathematical and chemical thinking concepts.

## Keywords

theory of similarity; planned obsolescence; electrochemistry; classroom intervention; selective attention

## Resumen

Este estudio presenta una investigación cualitativa que tuvo como objetivo investigar cómo una actividad experimental, basada en la Teoría de la Semejanza a través de una intervención diseñada mediante modelado matemático, puede contribuir a la construcción del conocimiento en electroquímica. Los participantes fueron estudiantes del curso de Licenciatura en Química de una institución pública de educación superior en Brasil. Los métodos de recolección de datos incluyeron la observación participante y actividades investigativas a través de experimentos, desafiando a los estudiantes a identificar cuáles experimentos proporcionaban evidencia de una reacción química. La Teoría de la Semejanza facilitó la discusión de los datos. Los resultados ofrecen reflexiones sobre la organización, planificación y relación de los mecanismos atencionales en el desarrollo de intervenciones que involucran conceptos de pensamiento matemático y químico.

## Palabras clave

teoría de la similitud; obsolescencia programada; electroquímica; intervención en el aula; atención selectiva

## Considerações iniciais

A neurociência, como área do conhecimento, se dedica ao estudo do funcionamento do sistema nervoso e das diversas reações do cérebro. O campo teórico dessa pesquisa se embasa na neurociência, especificamente, a Teoria da Semelhança (TS) que é uma das teorias da Atenção Seletiva. Sternberg (2010) considera a relação de semelhança que ocorre entre o alvo e os distratores, assim, quanto maior for a semelhança, mais difícil a realização da tarefa e, conseqüentemente, a atividade exige estímulos que contribuam com o aumento focal do indivíduo.

Conforme Ferreira (2021), os conceitos que exigem grau moderado de abstração e que se utilizam de pensamento matemáticos e químicos, tanto professores como estudantes possuem dificuldades para o ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a abordagem da modelagem matemática, que se baseia em temáticas contextualizadas que são discutidas a partir do pensamento matemático, torna-se oportuna para ser relacionada com a situação didática desta investigação. A modelagem Matemática aplicada à Química possibilita uma relação entre o conhecimento matemático e a realidade, valorizando a reflexão e ação dos alunos sobre os fenômenos químicos ao seu redor e na natureza.

Como temática potencial para atingir os objetivos da pesquisa, a intervenção didática – campo de investigação – foi planejada a partir da articulação com os pressupostos da pesquisa com temática Obsolescência Programada. Conforme Slade (2007), a obsolescência programada ocorre quando produtos possuem uma data prevista para se tornar obsoleto, por exemplo, uma lâmpada incandescente possui uma vida útil de mil horas. O maior problema da obsolescência programada é que, com a necessidade de substituição e aumento do

consumismo, ocorre, de forma proporcional, o aumento da produção de lixo. No contexto dessa pesquisa, ressaltamos que o conteúdo de eletroquímica possui forte relação com o conceito de obsolescência programada, pois, atualmente, os produtos que mais são “vítimas” são os produtos eletroeletrônicos, os quais, são formados, em boa parte, por componentes com características eletroquímicas.

Nesse sentido, o contexto investigativo dessa pesquisa é composto de estudantes de um curso de licenciatura em química de uma instituição de ensino superior, que desenvolveram atividades experimentais com o intuito de identificar quais reações eletroquímicas ocorrem transferências de elétrons de modo espontâneo (Pereira & Conceição, 2019). Esse caminho aponta para ações essenciais que professores, de qualquer nível de ensino, podem ter ao conduzirem atividades experimentais de modo a auxiliar o foco atencional dos estudantes.

Com isso, o objetivo central é investigar a contribuição de uma atividade experimental investigativa, pautada na Teoria da Similaridade, a partir de uma intervenção elaborada por meio da modelagem matemática, que pode contribuir para construção do conhecimento de eletroquímica.

## A modelagem matemática e sua relação com a eletroquímica

A modelagem matemática surge para desenvolver a investigação no contexto escolar, priorizando a construção e aplicação dos conceitos, levando em conta os aspectos históricos, teóricos dentro de uma linha interdisciplinar. Conforme D’Ambrósio (2005), a convivência de um indivíduo na sociedade pode promover meios de aquisição de conhecimentos matemáticos e de outras áreas. “O cotidiano está impregnado dos saberes e

fazeres próprios da cultura”. [...] “os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo”, “[...]avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura” (p. 22). O autor apresenta o cotidiano como um ‘recurso de saberes’ e defende que, na cultura e convivência social, as pessoas desenvolvem saberes matemáticos que auxiliam em seu processo de aprendizagem no âmbito escolar.

Compreendemos que o sujeito traz muitas experiências de vida, conhecimento adquirido ao longo de sua existência, e situações potenciais, para que o ensino da matemática possa explorar de forma que possa interligar os problemas do cotidiano e os conceitos matemáticos em busca de soluções. Para Burak (1987, p. 62), a modelagem matemática “é o conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”.

De acordo com Bassanezi (2011), a modelagem matemática é um processo dinâmico que envolve o estudo e a experimentação de modelos matemáticos. Além disso, possui como característica a contextualização de situações do cotidiano que podem ser interpretadas e realizadas por meio de problemas matemáticos. Nesse sentido, a modelagem matemática consiste em aplicar modelos para resolver uma situação do cotidiano, para tanto, exige habilidades diversas para observação, ação e aplicação dos conteúdos matemáticos na solução desejada de forma criativa e eficaz.

Em relação à estruturação e organização, Biembengut e Hein (2011) entendem que a modelagem Matemática é considerada como um processo de obtenção de modelo que apresenta três etapas: interação, matematização e modelo matemático. Nesse contexto, Bassanezi (2015) descreve o modelo como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam o objeto pesquisado. Além disso, englobam a reflexão de uma porção da realidade na expectativa de sua compreensão e explicação por meio dos recursos disponíveis e variáveis selecionadas. A modelagem matemática proporciona aos alunos trabalhar dentro do método científico em busca de soluções para os problemas encontrados, desenvolvendo suas habilidades e sendo uma ferramenta muito importante do ensino-aprendizagem.

Esse é um ponto articulador entre a matemática e a química, ou seja, o estudo de situações que possam ser resolvidas por meio de cálculos. Na química, especificamente, na área de Físico-química, os conceitos de química são desenvolvidos por meio do pensamento matemático. Um exemplo é o conteúdo de eletroquímica que é trabalhado tanto no ensino superior quanto na educação básica.

Em eletroquímica, o conhecimento matemático é necessário para o entendimento da carga eletrônica e número de oxidação que um átomo adquire ao

realizar uma ligação ou interação química. Quando um átomo doa ou recebe elétron irá adquirir, respectivamente, carga positiva ou negativa. A eletroquímica envolve resolução de problemas por meio de cálculos que mobilizam o pensamento matemático. A partir disso, percebemos que o conceito geral de eletroquímica possui relação importante entre a matemática e a química. O entendimento de conceitos eletroquímicos está relacionado a situações simples do cotidiano, tal como o enferrujamento de um metal ou mesmo o funcionamento da bateria de um carro.

Os conceitos básicos envolvidos nesse conteúdo podem ser: atomística, tabela periódica, dissociação, ionização, reações químicas, transferência de elétrons e cálculos que se relacionam aos conceitos apresentados. Pelo fato de envolver tantos conceitos, exige do estudante, de qualquer nível de ensino, a atenção focada com a finalidade de perceber, em uma reação química, por exemplo, a evidência de transferência de elétrons, que pode ser percebida pela mudança de coloração da substância em meio a outras, desprendimento de bolhas, fumaça ou formação de precipitado. Em alguns casos as reações se processam mais rápido, mas em outras de forma mais lenta.

Ferreira et al. (2021) ressaltam que os conteúdos de química que exigem as representações por meio de símbolos e que estão relacionados a outras áreas, como química e física, são os que os estudantes possuem mais dificuldade. A partir de um estudo bibliográfico realizado por Góes et al. (2016), a dificuldade se relaciona em: (i) obstáculos encontrados por professores ao ensinar conceitos abstratos que relacionem símbolos, cálculos e a química; (ii) dos alunos na compreensão dos conceitos apontados acima; (iii) informações, muitas vezes, equivocadas ou não tão bem exemplificadas encontradas nos

livros didáticos; (iv) concepções alternativas dos alunos, pois ao se explicar um conceito o aluno pode achar que entendeu, mas na verdade, entendeu de forma substancialista; (v) o conhecimento pedagógico de professores de química a respeito das reações de oxidação e redução; e (vi) atividades experimentais no ensino de química que envolvem o processo de eletroquímica.

Nesse sentido, ao se trabalhar a eletroquímica, entendemos a necessidade de criar situações em sala de aula que possam aumentar o foco atencional dos estudantes por meio de atividades que relacionem a teoria à prática, para que possam proporcionar um ambiente de aprendizagem favorável ao desenvolvimento de uma visão interdisciplinar (Freire, 1996). Neste caso, não só da química com a matemática, mas com outras possíveis áreas do conhecimento, estimuladas a partir da potencialidade didática do planejamento do conteúdo a ser ensinado.

Conforme Magalhães (2002), a utilização e associação de metodologias de ensino de forma a relacionar os conceitos, interdisciplinarmente, serve como forma de revelar para os estudantes como a Ciência é construída. A partir do contexto apresentado, uma das necessidades que propomos é a reflexão de como aumentar a atenção dos alunos em aspectos que possam favorecer o processo de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica.

Percebemos duas relações importantes: (a) a necessidade de utilizar estratégias de ensino que favoreçam o foco atencional dos estudantes e (b) a necessidade de relação do conteúdo com situações cotidianas. A partir disso, entendemos que uma forma de proporcionar um ambiente favorável à aprendizagem é a relação dos conhecimentos do conteúdo de química com a modelagem matemática.

A modelagem Matemática aplicada à Química possibilita relação entre o conhecimento matemático e a realidade, valorizando a reflexão e ação dos alunos sobre os fenômenos químicos ao seu redor e na natureza.

Ao serem problematizados e contextualizados, os fenômenos químicos e conhecimento matemático, presentes no cotidiano, possuem potencialidade para que estudantes sejam estimulados a refletirem e realizarem possíveis tomadas de decisões. Dessa forma, também poderão participar do processo de investigação e apropriação de conhecimento.

A partir do exposto e das possibilidades levantadas, apontamos a necessidade de realizar atividades práticas que estimulem a atenção dos alunos de forma que possam compreender conteúdos que envolvam cálculos (matemática) com relação de conceitos e símbolos (química). Isso abre a possibilidade de discutirmos aspectos relacionados à neurociência. Na próxima seção será apresentada uma das teorias atencionais que contribuirá com a relação proposta nesta investigação.

### A teoria da semelhança: algumas considerações

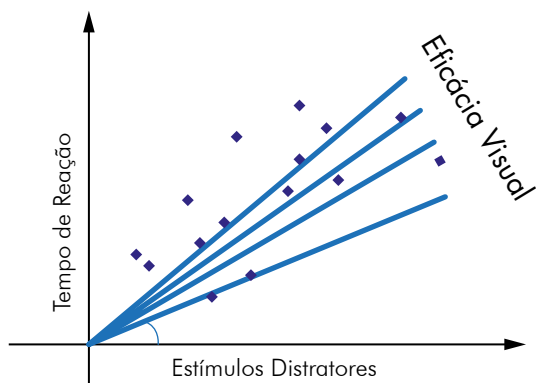
De modo geral, as investigações acerca da atenção seletiva apresentaram ênfase no estudo do processamento da informação visual. Os modelos explicativos da visão humana abordam a existência de dois modos distintos no processamento da informação visual: um sobre todo o campo visual, porém limitado; outro que atua de maneira sequencial sobre os objetos ou sobre áreas restritas do campo visual. Sternberg (2010) traz como argumento que o pesquisador em busca guiada por um estímulo alvo em contrapartida aos distratores, questionando qual o produto das operações realizadas, simultaneamente, sobre todo o campo visual. Pode-se supor que um estímulo, antes de ser identificado, deve ser isolado dos outros estímulos presentes no campo visual.

Algumas características destes tipos de processamento têm sido estudadas em tarefas nas quais o sujeito deve apontar se um estímulo alvo está presente ou não, entre um número variável de outros estímulos, os chamados estímulos distratores.

Sternberg (2010) afirma que o Tempo de Reação ( $TR$ ) de um indivíduo a um determinado estímulo pode indicar se a resposta foi automática ou não. O aumento significativo desse  $TR$  em função dos distratores existentes pode indicar um processo de busca realizado de maneira sequencial, em que há necessidade de uma atenção focada no campo em estudo.

Duncan e Humphreys (1989) explicam essa situação como um modelo funcional que relaciona  $TR$  e Estímulos Distratores como variáveis (Figura 1):

Figura 1. Modelo funcional para explicar a eficácia visual



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

A partir dessa interpretação funcional, o aumento de tempo de reação em função dos estímulos altera o coeficiente angular da função linear e indica a eficácia de busca visual realizada no campo em estudo. Assim, quanto mais estímulos distratores, maior será o tempo de reação do indivíduo às atividades propostas, que compromete a eficácia visual dos objetos presentes na atividade e consequentemente o tempo de solucioná-la.

Duncan e Humphreys (1989) inferiram que esses dados resultam no fato de que, à medida que a semelhança entre o estímulo-alvo e os estímulos distratores aumenta, os alvos muito semelhantes são difíceis de serem detectados.

Na busca dessa eficácia visual que leva à solução do problema citamos outro exemplo, (Figura 2), que ilustra a necessidade de novas segmentações do alvo em escalas mais restritas. Isso faz com que o tempo necessário para a detecção desse alvo – que pode ser o objeto do conhecimento desejado – aumente em função do número de distratores com os quais este se confunde. A Figura 2 ilustra uma situação em que a diferença entre o alvo (óculos de lentes azuladas) e outros óculos é mínima.

Por outro lado, quando o alvo é pouco similar aos distratores e a forma, como são dispostos na figura, estes formam agrupamentos fortes entre si e o alvo é segmentado com facilidade.

Os estudos de segmentação de texturas sugerem que, onde os elementos diferem na forma e em como suas propriedades foram combinadas, exige atenção focalizada.

Figura 2. Imagem que apresenta o desafio de encontrar um rapaz de óculos diferenciado.



Fonte: Regio (2021).

De acordo com Beck e Rosenfeld (1983), a segmentação é um processo de organização perceptiva cujas leis atuam em níveis do processamento da informação visual: o primeiro deles é identificar nas texturas as similaridades; num segundo nível, agregar esses elementos, agrupando-os por similaridade, pela semelhança entre os estímulos.

Dito isso, podemos chegar no que Steinberg (2010) denomina de Teoria da Semelhança, a partir dos outros modelos que ele descreve para introduzir e explicar a questão da similaridade no processo de como a mente humana conduz as buscas visuais.

A atenção seletiva, quanto enfatiza aspectos visuais, como no caso de atividades experimentais no ensino de química, de acordo com Franco de Lima (2005, p. 6) “modula a atividade de regiões distintas do córtex extra-estriado

que são responsáveis pelo processamento das diferentes características dos estímulos”. Na atividade experimental em questão, os estudantes terão que focar no campo visual dos diferentes testes realizados em microescala. Nesse contexto, entendemos que quando estabelecido um foco atencional “ocorre um aumento na taxa de disparos de neurônios que de modo a atender esse estímulo” (Franco de Lima, 2005, p.6). Com isso verificamos a importância do estudante ser estimulado a desenvolver o seu foco atencional, nesse caso, não só pela experimentação, mas por questionamentos, apontamentos e estímulos emitidos pelo docente que conduz uma atividade. A partir desse contexto, apresentamos a seguir os aspectos metodológicos que conduziram a atividade de investigação.

## Aspectos metodológicos

A pesquisa possui caráter qualitativo, pois temos como ambiente natural o contexto de sala de aula, comum aos pesquisadores que realizaram a intervenção, e busca entender o processo de atenção durante a realização de umas atividades de experimentação, por meio da análise subjetiva dos pesquisadores (Bogdan e Biklen, 1994). Além disso, a pesquisa qualitativa proporciona a análise em tempo real, ou seja, ao mesmo tempo em que se realiza a atividade investigativa é possível realizar análise preliminares.

A tarefa aplicada foi fruto dos estudos e discussões do Grupo de Pesquisa. Uma das atribuições do grupo de pesquisa foi a elaboração de uma tarefa envolvendo a teoria da atenção seletiva. Essa atividade, intituladas “duelos”, consistia em uma dinâmica em que um grupo apresentava uma tarefa para outro e após ocorria discussão dos conceitos envolvidos.

Os participantes dessa atividade são estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma instituição pública de Ensino Superior, localizada na região Centro-Oeste, devidamente matriculados na disciplina de Experimentação no Ensino de Química II. A investigação está registrada no conselho de ética e pesquisa pelo CAAE n. 46366121.8.0000.5160, que está atrelada com o projeto de pesquisa *Investigação dos processos de ensino e de aprendizagem no ensino de química por meio das questões sociocientíficas* de um dos pesquisadores desse trabalho.

A atividade investigativa ocorreu em duas aulas, nas quais os estudantes realizaram uma sequência de experimentos sobre eletroquímica no laboratório, que estavam relacionados com aspectos da Teoria da Semelhança e a modelagem matemática. A relação entre teoria da semelhança e modelagem matemática se deu pela potencialidade interdisciplinar do conteúdo de química, denominado eletroquímica. Nessa atividade, os participantes desenvolveram experimentos com grau de similaridade alto e por meio de pequenas evidências tinham o desafio de investigarem quais reações eram favoráveis para a montagem de uma pilha eletroquímica, por meio das evidências (alvo) e dos cálculos realizados a partir dos dados construídos pelos estudantes. A modelagem matemática fundamentou

todo o aspecto contextual da utilização das pilhas no cotidiano dos alunos.

Os estudantes receberam um roteiro investigativo, o qual listava as atividades experimentais a serem realizadas. De forma geral, utilizaram as soluções 0,1 mol/L de Cloreto de Magnésio, Sulfato de Alumínio, Sulfato de Zinco, Cloreto de Ferro II, Ácido Clorídrico e Sulfato de Cobre; que foram gotejadas em sólidos metálicos de magnésio, alumínio, zinco, ferro e cobre, com o objetivo investigativo de verificar se ocorria reação espontânea. Tal identificação depende muito do foco atencional do aluno ao perceber evidências de transferência de elétrons entre as substâncias.

O instrumento de construção de informações empíricas foi um relatório produzido pelos estudantes. A análise se deu pelos princípios da pesquisa qualitativa, relacionado com aspectos da Teoria da Semelhança, tais como, campo visual, os estímulos distratores e o tempo de reação. A partir do relatório e dos argumentos de cada participante foi possível descrever suas ações e interpretar tais resultados à luz da Teoria da Semelhança defendida por Duncan e Humphreys (1989) e Sternberg (2010).

## Resultados e Discussão

Os participantes da pesquisa estão denominados como P1, P2, P3 e P4. O perfil dos estudantes é variável, pois cada um pertence a diferentes períodos do curso. No entanto, vale ressaltar que a disciplina é ofertada no quarto semestre do curso.

Na primeira etapa da realização da atividade experimental, os discentes deveriam colocar uma pequena quantidade de magnésio metálico (raspas) em uma placa de Petri para realizar o teste. A partir dessa situação, deveriam adicionar soluções de Cloreto de

Ferro II 1 mol/L, Cloreto de Magnésio 1 mol/L, Nitrato de Prata 1 mol/L, Sulfato de Zinco 1 mol/L, Sulfato de alumínio 1 mol/L, Sulfato de Cobre 1 mol/L e ácido clorídrico 6 mol/L em cada amostra de magnésio metálico, conforme ilustra a Figura 3.

**Figura 3.** Na primeira linha de cima para baixo: (a) são as raspas de magnésio, na segunda linha o (b) zinco metálico, na terceira linha (c) o cobre e na última linha (d) o ferro metálico.



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

Partindo do princípio de que as raspas de magnésio metálico, todas, possuem o mesmo aspecto visual – metálico, opaco e tamanho de 0,5 cm –, o objetivo da investigação estava relacionado à identificação dos diferentes aspectos que aconteciam quando se gotejava pequenas quantidades das soluções descritas acima. Steinberg (2010), em conformidade com as premissas teóricas de Duncan e Humphreys (1989), salienta a semelhança (uniformidade) entre os fatores de distração, pois facilita a busca do estímulo-alvo e a busca de um alvo num fundo de distratores uniforme por ser mais fácil.

É importante considerar que a teoria da semelhança aponta para a necessidade de representação dos objetos que serão analisados por essa teoria. Nesse sentido, apontamos que os materiais utilizados, visualmente, eram idênticos, não possuem distinção entre si. Então, todas as raspas de magnésio, por

exemplo, possuíam as mesmas características, inclusive tamanho; e assim para os demais metais utilizados. As soluções também, visualmente, possuíam a mesma característica, ou seja, eram líquidos homogêneos e incolores.

Como o experimento foi realizado em microescala – pequena quantidade de reagentes – foi necessário que os discentes focassem atenção na hora de realização da atividade para que fosse possível identificar a ocorrência de qualquer alteração no meio de tantas raspas de magnésio semelhantes. Além disso, em algumas reações a visualização o fenômeno não acontece instantaneamente, é necessário focar a atenção para pequenos detalhes, pois o tempo de reação de cada reação química é distinto. Esse fato aumenta o tempo de retenção nas atividades, ou seja, nessa situação para que possa ser identificado um alvo ocorre o aumento do foco atencional devido a busca realizada pelo discente.

O P1 percebeu que, quando adiciona gotas de Nitrato de Prata na raspa de magnésio metálico, houve uma alteração visual e comentou que “reagiu, despedaçou; foi possível perceber uma mudança na coloração e a raspa sofreu alteração no seu formato”. As discentes P2 e P3 perceberam que “parece que a mudança foi brusca, teve pequenas bolhas, quase imperceptível nesse caso”, P2; “ao mesmo tempo foi possível verificar que não teve borbulhamento de gás”, P3.

A partir dos argumentos expressos por P1, P2 e P3, é possível observar que, apesar de ser o mesmo experimento, os participantes tiveram o mesmo resultado, mas com conclusões diferentes. P1 notou que a raspa sofreu um pouco mais de dano (reagiu) que as demais, P2 ressaltou a mudança e o aparecimento de pequenas quantidades de bolhas e ao contrário, P3 aponta que não houve surgimento de bolhas. Apesar do mesmo resultado, foram diferentes aspectos que chamaram a atenção dos diferentes participantes. Na atividade, realmente, houve pequenas quantidades de bolhas, mas de que forma geral não poderia afirmar se era oriunda da reação ou do próprio movimento da reação entre o líquido e o metal, por isso a diferença de percepção entre P2 e P3.

Ao final os participantes tinham que realizar os cálculos da diferença de potencial da pilha, conhecida como ddp.

A modelagem matemática é fundamental para entender as reações químicas a partir dos resultados do cálculo de potenciais das pilhas. Segundo Fontes et al. (2012), para saber com antecedência qual será a voltagem, FEM (força eletromotriz) ou ddp (diferença de potencial) que uma pilha gerará, a partir de dois metais com características diferentes, utiliza-se o cálculo do potencial de uma pilha. A partir da constatação da existência da relação matemática entre a diferença de potencial da pilha e a concentração dos íons de zinco foi discutido como essa relação pode ser representada por uma equação matemática:  $\Delta E = E_{\text{red}}(\text{maior}) - E_{\text{red}}(\text{menor})$  ou  $\Delta E = E_{\text{oxi}}(\text{maior}) - E_{\text{oxi}}(\text{menor})$ , sendo  $\Delta E$  = variação do potencial de uma pilha.

A realização do cálculo prevê a ocorrência ou não de uma reação química quando metais e soluções entram em contato um com o outro. Nesse contexto, P4 aponta que: “cheguei ao valor de + 0,7 eV (elétrons volts)”, na discussão P2 complementou: “então a reação é espontânea, ou seja, iria acontecer uma reação”,

“nossa, não havia percebido a reação, então o desprendimento de gás foi da reação mesmo”, P3. Nesse contexto, foram estabelecidas possíveis reflexões da importância de discutir as reações químicas que envolvem possíveis pilhas eletroquímicas. O Quadro 1 apresenta o experimento realizado com o magnésio metálico.

**Quadro 1.** Resultados encontrados pelos participantes na reação que utilizou o metal magnésio e as soluções químicas.

N.	Soluções químicas	Reação com o Magnésio			
		P1	P2	P3	P4
1	Solução de Cloreto de Magnésio	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu
2	Solução de Nitrato de Prata	Mudança de coloração e alteração de formato	Formação de bolhas	Formação de bolhas	Formação de gás e formação de bolhas
3	Solução de Sulfato de Zinco	Reagiu com formação de precipitado	Formação de pó branco	Leve formação de precipitado	Formação de precipitado
4	Solução de Sulfato de Alumínio	Bolhas e liberação de gás	Liberação de gás	Leve formação de gás	Liberação de gás
5	Ácido Clorídrico	Formação de gás e bolhas	Forte reação com bolhas e gás	Formação de gás	Forte reação, formação de gás

Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

A atividade experimental apontou para a alta reatividade do metal magnésio, pois reagiu com todas as substâncias presentes. Então, os participantes foram questionados a respeito da relação com a temática central “obsolescência programada”; ou seja, qual a preocupação ao ser descartado, materiais eletroeletrônicos, no lixo comum? P3 apontou que “é perigoso, esse metal reage com muita coisa”, P4 disse: “nossa, professor, o magnésio, como está no grupo 2 da tabela periódica, então ele é muito reativo”. P2 comentou: “como ele é muito reativo, pode reagir muito fácil no meio ambiente”. Houve um momento de discussão possibilitada pelas ações do docente de questionar os alunos a respeito da temática central.

A partir do momento em que os participantes estabeleceram relação da atividade experimental com temática central, relacionam a importância de se conhecer as propriedades

das substâncias químicas, principalmente, pelo fato dessas reagirem em diferentes velocidades e diferentes formas. Existem muitas substâncias no solo que podem reagir e contaminar um determinado solo. Além disso, uma realidade brasileira são lixões que servem de fonte de renda para muitos brasileiros, isso indica que muitos retiram o sustento do próprio lixo, ou seja, descarte. Então, quando um material eletroeletrônico é descartado no lixo comum, uma série de contaminações envolvendo meio ambiente e saúde pode acontecer e prejudicar a saúde das pessoas que dependem desse local; afetando também o meio ambiente por conta da contaminação do solo.

Nesse momento, durante a aula, foram promovidas discussões a respeito da obsolescência programada, mediadas pela seguinte problematização: quais desses metais são mais prejudiciais ao solo e à água? Quais podem, de uma forma geral, causar maiores impactos

ambientais? Existe alguma relação de ocorrer reação (no experimento realizado) com o meio ambiente? Os estudantes participaram expondo seus pontos de vista a partir dos resultados dos cálculos matemáticos realizados para cada metal e da visualização dos experimentos elaborados por meio da teoria da semelhança.

Por meio dos argumentos dos participantes é possível averiguar a relação estabelecida entre o conteúdo de química, os conceitos discutidos na atividade experimental, a importância da atenção para observar características de uma reação química e a aplicação desse conceito para uma preocupação coletiva. Além disso, a partir do Quadro 1 é possível averiguar como os estudantes percebem de forma diferente reações químicas idênticas. Na reação do Sulfato de Zinco com raspa de magnésio, por exemplo, todos os participantes apontaram descrições diferentes para a formação de um precipitado no meio reacional. Nesse caso, a atividade experimental realizada estimulou a atenção seletiva visual, corroborada por Franco de Lima (2005), que aponta que essa situação ocorre quando um indivíduo foca em características específicas em uma determinada situação.

No segundo experimento, o objetivo investigativo foi analisar os aspectos atencionais dos participantes a partir da realização da atividade experimental com o uso do metal cobre seguindo o mesmo procedimento e reagentes da etapa anterior. O quadro 2 apresenta resultados da atividade experimental realizada pelos participantes.

**Quadro 2.** Resultados encontrados pelos participantes na reação que utilizou o metal cobre e as soluções químicas

N.	Soluções químicas	Reação com o Cobre			
		P1	P2	P3	P4
1	Solução de Cloreto de Magnésio	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu
2	Solução de Nitrato de Prata	Reagiu, apresentou cor azul no meio	Percepção da cor azul	A solução ficou azul	Reagiu, ficou azul
3	Solução de Sulfato de Zinco	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu
4	Solução de Sulfato de Alumínio	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu
5	Ácido Clorídrico	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu	Não reagiu

Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

A partir do contexto experimental em que várias amostras de cobre são colocadas lado a lado, todas com as mesmas características, para reagir com soluções de diferentes substâncias, mas, visualmente semelhantes; teremos que os alvos, a depender do número de distratores, poderão dificultar a observação dos metais e as diferentes soluções que são os causadores dos distratores (Sternberg, 2010). A importância dessa relação é que perceber as alterações dos alvos, causadas pelos distratores, evidenciam uma reação química, que neste caso,

pelo fato de ser realizada em microescala, fica um pouco mais difícil de ser evidenciada, por esse motivo os discentes deveriam estar com o centro atencional em estado de alerta para conseguirem chegar a uma conclusão.

A partir dos resultados, apresentados no Quadro 2, é possível perceber que, mediante os resultados, os participantes chegaram a conclusões semelhantes, ou seja, o cobre não reagiu com todas as substâncias. Nesse contexto, ao analisar a fala de P1: “professor, percebi que a reação entre o cobre e cloreto de magnésio não apresentou nenhuma evidência, quando comparado aos demais, e por meio dos cálculos o valor número obtido foi negativo, ou seja, não ocorre reação”; é possível verificar que a atenção de P1, assim como dos demais participantes, estavam em comparar uma com as outras, com a intenção de procurar possíveis diferenças que evidenciavam uma reação química. Às vezes, o próprio movimento da solução ao entrar em contato, poderia ser um distrator, pois já imaginaram que seria um princípio de reação química, mas ao analisar com mais cuidado, P1 verificou que não era o caso.

Durante a atividade experimental, foi possível perceber que a modelagem matemática está relacionada à análise dos dados coletados, à busca de relações matemáticas entre as variáveis medidas e à proposição de modelos matemáticos que descrevam o comportamento das pilhas. Dessa forma, a modelagem matemática auxilia os alunos a compreenderem e interpretarem os resultados experimentais de maneira mais abrangente.

A semelhança entre os resultados dos participantes reforça a ideia de Duncan e Humphreys (1989), pois o alvo (reação química) foi pouco similar aos distratores (metais) e com isso o alvo foi segmentado com facilidade.

Na transcrição da fala de P2: “reação entre o cobre metálico e a solução de zinco, não ocorre reação, pois a ddp deu resultado negativo, mas se tivesse placa de zinco e solução de cobre daria positivo e aconteceria reação”; é possível verificar que seu comentário aponta para o entendimento do fluxo de elétrons a partir da observação dos fenômenos observados em função dos distratores; com isso, levantou a hipótese de que o fluxo contrário, ou seja, zinco para o cobre, a reação ocorreria. É relevante discutir que P2 só chegou a essa conclusão a partir do estabelecimento de relação entre o conteúdo científico trabalhado com o comportamento do alvo com as amostras que reagiram. Os participantes realizaram a atividade no mesmo instante, no entanto, tiveram tempos diferentes para chegarem às conclusões. Isso pode acontecer, pelo fato de o reagente químico funcionar como distrator, ou seja, cada participante tinha que confirmar, por meio de alguma evidência, em microescala, se ocorreu a reação ou não.

A reação do cálculo permitiu que se levantasse a hipótese “mas se tivesse placa de zinco e solução de cobre?”, ou seja, como o sinal deu negativo, o contrário é positivo, com isso ocorreria a reação – oxidação – da substância. Neste caso, a procura pela diferença – fatores que evidenciam uma reação – foi importante para analisar e formular seu argumento a partir da atividade experimental. Como o tempo de observação do experimento, para cada participante, foi em torno de seis minutos, temos indícios de que a resposta não foi automática, ou seja, foi necessário analisar e aumentar o foco atencional para averiguar a diferença entre os diferentes testes dentro do mesmo experimento.

No estabelecimento da ocorrência ou não de uma reação química, os distratores podem confundir os estudantes (Duncan &

Humphreys, 1989), como no caso de P3: “professor, na reação entre cobre metálico e sulfato de alumínio, não houve evidência de uma reação, mas o cálculo deu valor final negativo, justifica o fato de não ter ocorrido reação?”. Apesar dos dados estarem à sua frente, P3 não conseguiu estabelecer uma relação direta, com a mediação docente – uma ou duas perguntas – a estudante conseguiu perceber que uma reação química ocorra, oxirredução, é necessário que o valor da ddp seja positivo, ou seja, dessa forma a reação ocorrerá de forma espontânea. Apesar da dúvida – pergunta – feita por P3, seu raciocínio estava, conceitualmente, correto.

É possível perceber que os participantes estabeleceram relações possibilitadas pela modelagem matemática, pois observaram a influência da concentração dos íons nas pilhas eletroquímicas, construíram os dados e interpretaram por meio dos cálculos e estabeleceram possíveis relações entre a concentração e a diferença de potencial da pilha.

Franco de Lima (2005) aponta que o controle executivo da atenção está relacionado ao despertar do interesse do indivíduo e ao mesmo tempo à supressão de estímulos que concorrentes. Dessa forma, entendemos que nos dois experimentos apresentados até agora, o sistema atencional, possivelmente, focou e se atentou a qualquer mudança visual no meio reacional. Com isso, as informações existentes na memória “são evocadas e informam o direcionamento do foco da atenção de acordo com as expectativas individuais” (Fonseca & Silva, 2021, p. 13).

Em outros momentos, os estudantes esperavam o resultado dos cálculos para confirmar a presença ou não de reação química, tal como P4: “deu negativo, o resultado do cálculo de diferença de potencial, deu negativo, ou seja, não ocorre reação entre eles dois”; ou seja, a inferência só foi realizada a partir da confirmação do cálculo da diferença de potencial entre as duas substâncias. Nesse caso, apesar de ter encontrado a resposta correta, o participante só confirmou a reação após o cálculo matemático, ou seja, possivelmente, para P4, que demorou um tempo a mais que os outros participantes. Nesse experimento, o foco atencional teve que ser ampliado, justificado pelo tempo de retenção na procura pelo alvo. É importante ressaltar que nesse caso, os participantes, poderiam ficar em dúvida a respeito se o alvo é, realmente, um alvo, pois depende de a característica emergir durante a reação e muitas vezes, tal característica aparece de forma superficial.

Nesses experimentos, outras reações foram realizadas com pequenas placas de zinco, que foram colocadas em contato com as soluções apontadas acima. É importante perceber que nos casos em que não houve reação química, todos os estudantes apontaram a não ocorrência de reação química; isso devido ao fato do sistema de observação não ter sido alterado. No entanto, é possível perceber que nos casos em que houve alteração, os dois participantes, P1 e P4, não conseguiram observar a mudança de alteração proporcionada pela evidência

da reação química. Essa situação evidencia o que Duncan e Humphreys (1989) defendem, ou seja, que a busca pela facilidade de encontrar o alvo deve ser relacionada com os distratores, seja é dizer, quando os distratores são semelhantes a identificação do estímulo-alvo é facilitada. Isso ocorreu em reações que reagiram, rapidamente, com evidências fortes de reação química, essa situação reforça a identificação automática (Treisman, 1982).

Em cada etapa, ocorriam discussões a respeito do descarte correto de produtos que possuem esses metais como parte de sua composição. Esse fator é fundamental para discussão para pensarmos em possíveis tomadas de decisões a partir do cotidiano, pois o fato de descartar material em local inadequado, principalmente, àqueles que possuem cobre e magnésio – ambos os casos são metais reativos – pode contaminar solos e água subterrâneas. Novamente, foi retomado a temática obsolescência programada, como forma de provocar reflexões nos estudantes a respeito da utilização e do descarte correto de determinadas substâncias. Esse fator de descarte de material é influenciado pelos materiais que entram em desuso, facilmente, e logo são descartados ao solo. Esses materiais possuem metais (como neste experimento) que pelo fato de serem reativos, podem causar impactos ambientais variados.

De um modo geral, foi possível perceber que a atividade experimental mediada pelos aspectos atencionais foi realizada no planejamento da atividade pelo docente que conduziram a disciplina. A partir do entendimento da Teoria da Semelhança, as atividades puderam ser planejadas de modo a estimular os participantes a se atentar aos detalhes dos experimentos, pois são essas minúcias que trazem os conceitos de eletroquímica e que podem ser identificadas a partir do foco atencional do participante.

De uma forma geral, o ser humano não consegue estar atento a todas e quaisquer

características de cena visual, por isso, é necessário ter estímulos adequados para que os estudantes se sintam motivados a procurarem os alvos em meio aos distratores. Dessa forma, por exemplo, quando o alvo altera uma coloração ou tem desprendimento de fumaça, fica mais fácil identificar o alvo. No entanto, em algumas reações químicas, a mudança é lenta e processual e esse fator pode fazer com que os estudantes não percebam a diferença.

Nesse ponto, ressaltamos a importância de o professor conhecer a potencialidade didática do experimento e do conteúdo a ser ensinado, pois a partir disso saberá quais elementos argumentativos utilizar para mobilizar a atenção dos estudantes por meio da motivação.

## Considerações finais

Nas atividades propostas aos estudantes, foi observada a importância do campo visual e que um estímulo deve ser isolado dos outros estímulos para ser reconhecido. Nos experimentos realizados, os estudantes identificaram que a atenção é fundamental para observar a evolução das reações possibilitando analisar as semelhanças pelos estímulos distratores apresentados e quanto maiores os estímulos, maior será o tempo de reação.

Os participantes conseguiram chegar a respostas semelhantes, o que variou foi o nível de detalhamento de que um expressou a respeito das informações. Quando a atenção é conduzida para um único estímulo visual, como no caso dos experimentos realizados, existe uma maior probabilidade de aumento do foco atencional, com isso o “aumento na taxa de disparo de neurônios que atendem a esse estímulo” (Mottet, 1993, p. 912).

A Modelagem Matemática possibilitou relacionar os conceitos eletroquímicos em particular das pilhas e aplicar modelos matemáticos para analisar as reações criando

conexões entre disciplinas e proporcionando reflexões mais precisas nos experimentos.

Nesse contexto, o objetivo da modelagem matemática foi de fornecer uma representação quantitativa dos conceitos de FEM e ddp, permitindo a análise e a previsão de comportamentos elétricos em circuitos e sistemas eletroquímicos pelos participantes da pesquisa. Portanto, a modelagem matemática pode ser uma ferramenta valiosa para relacionar e quantificar os conceitos de FEM, ddp e outras grandezas elétricas, permitindo a compreensão mais profunda e a análise de sistemas eletroquímicos.

Aspectos da Teoria da Semelhança conduziram toda a atividade e, com isso, possuem potencialidade didática como estratégia de planejamento e condução de aulas experimentais em qualquer nível de ensino. No entanto, para que isso seja possível, é importante que os estudantes sejam estimulados por meio de problematização, questionamentos e discussão, para que a amplitude de estímulos contribua com o estado de vigília durante a realização da atividade.

Investigações por meio de estratégias de ensino poderão contribuir com a área de Ensino de Ciências e Matemática, principalmente, quando são associadas a conceitos matemáticos e àqueles que exigem grau considerável de abstração conceitual, como no caso da química e física. Nesse sentido, o conhecimento das teorias atencionais, por parte de professores, poderá contribuir com as atividades de ensino.

Com isso, os estímulos poderão contribuir para a busca visual, que depende da força do agrupamento entre distratores e o alvo (Duncan & Humphreys, 1989). No entanto, mais do que a busca, é importante que seja considerada o motivo dessa busca, ou seja, o reconhecimento de um conceito científico. Os estudantes buscaram identificar quais situações ocorriam evidência de uma reação química; no entanto, o resultado dessa busca foi mediado por meio de discussões propostas pela modelagem matemática que possibilitou a articulação com a temática obsolescência programada.

## Agradecimentos

Aos colegas e integrantes do grupo de pesquisa NeuroMath pelas valiosas contribuições na estruturação inicial desse trabalho. Aos estudantes que aceitaram participar da pesquisa e disponibilizar os dados por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## Referências bibliográficas

Bassanezi, R. C. (2011). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. (3ª Ed.). Contexto.

- Bassanezi, R. C. (2015). *Modelagem matemática: teoria e prática*. São Paulo: Contexto.
- Beck, J. P., & Rosenfeld, A. (1983). A theory of textural segmentation. In J. Beck, B. Hope, & A. Rosenfeld. (Eds.), *Human and machine vision* (pp. 1-38). Academic Press,
- Biembengut, M. S., & Hein, N. (2011). *Modelagem matemática no ensino*. (5ª Ed.). –Contexto.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. (1ª Ed.). Editora Porto.
- Burak, D. (1987). *Modelagem Matemática: uma alternativa para o ensino de Matemática na 5ª série*. Dissertação (mestrado em Matemática), UNESP.
- D’Ambrósio, U. (2005). *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Autêntica.
- Duncan, J. & Humphreys; G. W. (1989). Visual Search and Stimulus Similarit. *Psychological Review*, (96), 433-458.
- Ferreira, A. S., Gonçalves, A. M., e Salgado, J. T. S. (2021). Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. *Scientia Naturalis*, (4), 1707-1720.
- Fonseca, L. S., e Silva, K. S. (2021) Elementos neurocognitivos da atenção seletiva para a compreensão da transição escolar de noções matemáticas. *Ciências y Cognição*, (26), 10-25.
- Fontes, A. M., Lourenço, M. F. P., & Messeder, J. C. (2012 julho). A representação experimental da pilha de Daniell nos livros didáticos: um erro questionado. In *xvi Encontro Nacional de Ensino de Química e x Encontro de Educação Química da Bahia*, Salvador, Bahia.
- Franco de Lima, R. (2005). Compreendendo os Mecanismos Atencionais. *Ciência y cognição*, Rio de Janeiro, (6), 113-122.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. (25ª Ed.). Paz e Terra.
- Góes, L. F., Fernandez, C., & Agostinho, S. M. L. (2016, julho). Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de eletroquímica. In *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química*, Florianópolis, Santa Catarina.
- Magalhães, M. (2002). *Técnicas criativas para dinamizar aulas de Química*. Editora Muiraquitã.
- Motter, B. C. (1993). Focal attention produces spatially selective processing in visual cortical areas V1, V2, and V4 in the presence of competing stimuli, *Journal Neurophysiol*, (70), 909-919.
- Pereira, A. S., & Conceição, N. C. P. (2019). Um estudo sobre laboratórios multidisciplinares de ciências da natureza em escolas públicas da região Oeste do Pará. *Revista Exitus*, (9), p. 331-360.
- Regio, R. (2021). Seus talentos visuais são bons? Encontre o estranho neste teste visual desafiador. Recuperado de: <https://educadoreslive.com/seus-talentos-visuais-sao-bons-encontre-o-estranho-neste-teste-visual-desafiador/>
- Slade, G. (2007). *Made to break: technology and obsolescence in America*. Harvard University Press.
- Sternberg, R. J. (2010). *Psicologia cognitiva*. Anna Maria Dalle Luche e Roberto Galman (Trads.). (5 Ed.). Cengage Learning Edições Ltda.
- Treisman, A. M. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, (8), 194-214.



## La TMCC en la revisión del estudio de la función en un problema de ingeniería\*

- The TMCC in Reviewing the Study of Functions in an Engineering Problem
- A TMCC na revisão da função em um problema de Engenharia to revisit the study of function in an engineering problem

### Forma de citar este artículo:

Bianchini, B., Lima, G. y Gomes, E. (2024). La TMCC en la revisión del estudio de la función en un problema de ingeniería. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 275 - 300. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-18773>

### Resumen




El objetivo de este artículo de investigación es compartir un estudio realizado en el ámbito de la fase epistemológica de la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias. Este estudio, desarrollado por Patricia Camarena Gallardo, consiste en la elaboración, presentación y análisis de una intervención didáctica con el propósito de retomar el estudio de las funciones en una asignatura inicial de cálculo diferencial e integral. Este enfoque se basa en un problema contextualizado de la ingeniería civil, específicamente una situación relacionada con el análisis dinámico de un pórtico. La elaboración de la intervención, con una duración prevista de 12 horas por clase, se sustentó metodológicamente en el análisis de un libro de texto sobre mecánica estructural, así como en dos libros sobre cálculo. Además, se tomaron en cuenta los programas de estudio de asignaturas de cálculo, temas relacionados con el desarrollo histórico de la noción de *función* y los obstáculos epistemológicos que se presentan en este proceso, así como las cuestiones cognitivas relacionadas con ella.

### Palabras clave

matemáticas; cálculo; ingeniería civil; didáctica

### Abstract

The aim of this research article is to share a study conducted within the epistemological phase of mathematical theory in the context of the sciences. This study, developed by Patricia Camarena Gallardo, involves the development, presentation, and analysis of a didactic intervention aimed at revisiting the study

Barbara Lutaif Bianchini\*\*   
Gabriel Loureiro de Lima\*\*\*   
Eloiza Gomes\*\*\*\* 

\* Este texto es un desglose del trabajo titulado "O Problema dos Pórticos: uma intervenção didática construída para a disciplina de Cálculo Diferencial Integral", presentado por los autores en el XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, y se hace referencia a él como Lima *et al.* (2020).

\*\* Doctora en Educación (Psicología de la Educación). Profesora de la Pontificia Universidad Católica de São Paulo (PUC-SP). [barbara@pucsp.br](mailto:barbara@pucsp.br).

\*\*\* Doctor en Educación Matemática. Profesor de la Pontificia Universidad Católica de São Paulo (PUC-SP). [gllima@pucsp.br](mailto:gllima@pucsp.br).

\*\*\*\* Doctora en Educación Matemática. Profesora del Instituto Mauá de Tecnología (IMT). [eloiza@maua.br](mailto:eloiza@maua.br)



of functions in an introductory course on differential and integral calculus. This approach is based on a contextualized problem in civil engineering, specifically a situation related to the dynamic analysis of a frame. The development of the intervention, with an expected duration of 12 hours per class, was methodologically supported by the analysis of a textbook on structural mechanics, as well as two calculus textbooks. Additionally, the study considered the curricula of calculus courses, topics related to the historical development of the notion of *function*, the epistemological obstacles encountered in this process, as well as cognitive issues related to it.

#### Keywords

mathematics; calculus; civil engineering; didactics

#### Resumo

O objetivo deste artigo de pesquisa é compartilhar um estudo realizado no âmbito da fase epistemológica da teoria matemática no contexto das ciências. Este estudo, desenvolvido por Patricia Camarena Gallardo, consiste na elaboração, apresentação e análise de uma intervenção didática com o propósito de retomar o estudo das funções em uma disciplina inicial de cálculo diferencial e integral. Esse enfoque baseia-se em um problema contextualizado da engenharia civil, especificamente uma situação relacionada com a análise dinâmica de um pórtico. A elaboração da intervenção, com uma duração prevista de 12 horas por aula, foi metodologicamente sustentada na análise de um livro de texto sobre mecânica estrutural, bem como em dois livros sobre cálculo. Além disso, foram considerados os programas de estudo de disciplinas de cálculo, temas relacionados com o desenvolvimento histórico da noção de *função* e os obstáculos epistemológicos que surgem neste processo, assim como as questões cognitivas relacionadas a ele.

#### Palavras-chave

matemática; cálculo; engenharia civil; didática

## Introducción

El objetivo del presente artículo es presentar un estudio llevado a cabo en el ámbito de la fase epistemológica de la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias (TMCC), que se detallará más adelante, y que condujo a una intervención didáctica diseñada para ser implementada en una asignatura inicial de cálculo diferencial e integral. Esta intervención tiene como propósito retomar el estudio de las funciones a partir de un problema contextualizado de la ingeniería civil.

Este trabajo surge como respuesta a las demandas surgidas de las discusiones realizadas en el Grupo de Trabalho Ciências Básicas e Matemática na Engenharia (GT-CBME), vinculado a la Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Entre los desafíos identificados en estas discusiones, se destacó la necesidad de involucrar a los docentes en la creación de materiales didácticos contextualizados para las asignaturas de Ciencias Básicas y Matemáticas en la Ingeniería, a partir de problemas relacionados con las diversas áreas de la ingeniería. Esta preocupación se centra en la mejora de la calidad de la educación en ingeniería y en la motivación de los estudiantes, en consonancia con las Directrices Curriculares Nacionales (DCN) para cursos de ingeniería en Brasil (2019).

Las reflexiones presentadas en este artículo se centran específicamente en la necesidad de proporcionar oportunidades para que los estudiantes, al ingresar a los cursos, revisen los conocimientos básicos que serán requisitos previos para la formación del futuro ingeniero.

Se presenta un estudio realizado utilizando la fase epistemológica de la TMCC con el objetivo de desarrollar una intervención didáctica que, al aplicarse en una asignatura inicial de cálculo diferencial e integral dentro del currículo de un curso de ingeniería civil, permita al alumno repasar aspectos relacionados con el estudio de las funciones reales de una variable real, con un enfoque dirigido a la educación superior y a las aplicaciones que encontrará en las materias específicas del curso y en su futuro desempeño profesional.

## Metodología

La pregunta de investigación que buscamos abordar en este artículo es la siguiente: ¿cómo, apoyados en los procedimientos metodológicos de la fase epistemológica de la TMCC, podemos desarrollar una intervención didáctica a partir de un problema específico de ingeniería civil, con el potencial de permitir a los principiantes en un curso de ingeniería visitar las funciones reales de una variable real, con un enfoque orientado a la educación superior y las aplicaciones que encontrarán en las asignaturas específicas del curso y en su futuro desempeño profesional, así como enfrentar y minimizar los obstáculos epistemológicos y las dificultades cognitivas asociadas a este concepto matemático?

Para abordar esta pregunta, realizamos inicialmente un estudio bibliográfico de naturaleza cualitativa, guiado por los procedimientos metodológicos de la fase epistemológica de la TMCC, que incluyen las etapas presentadas en la tabla 1.

Tabla 1. Procedimientos metodológicos de la fase epistemológica de la TMCC

Etapa	Acción requerida
1 <sup>o</sup>	La identificación de un contexto específico de Ingeniería Civil en el que se requiere la movilización de nociones relacionadas con el concepto de función real de una variable real.
2 <sup>o</sup>	El análisis de una referencia bibliográfica relacionada con el contexto identificado con el objetivo de comprender cómo se moviliza la noción matemática pretendida.
3 <sup>o</sup>	El análisis de los programas de las asignaturas de Matemáticas insertadas en el currículo de Ingeniería Civil con el objetivo de comprender cómo se revisita la noción de función al inicio de este curso.
4 <sup>o</sup>	El análisis del orden epistemológico relacionado con el objeto función con el objetivo de comprender cómo ocurrió su desarrollo histórico.
5 <sup>o</sup>	La identificación de los obstáculos epistemológicos relacionados con el concepto de función
6 <sup>o</sup>	El análisis de los libros de texto utilizados en las asignaturas iniciales de Cálculo Diferencial e Integral en los cursos de Ingeniería.
7 <sup>o</sup>	El análisis de los aspectos cognitivos relacionados con la noción de función.

Fuente: elaboración propia.

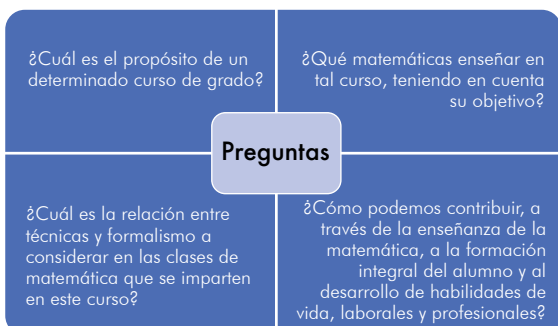
Como resultado de este estudio bibliográfico, detallado en este artículo, hemos elaborado una intervención didáctica que también será explicada en el texto. Antes de abordar cada una de las siete etapas mencionadas, realizaremos algunas consideraciones generales sobre la TMCC.

## Marco teórico: la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias

Tras considerar, como aparece en Lima *et al.* (2018), que la mayoría de las teorías educativas se desarrollaron originalmente con un enfoque en temas relacionados con la enseñanza y el aprendizaje en la escuela básica, y que el nivel universitario tiene problemas y elementos específicos que lo caracterizan, la investigadora del Instituto Politécnico Nacional de México, Patricia Camarena, comenzó a elaborar un marco teórico específicamente dirigido a la enseñanza de la matemática en la universidad desde 1982. Este enfoque está diseñado especialmente para cursos en los que las matemáticas tienen un papel fundamental, como es el caso de la ingeniería. Los objetivos principales de la TMCC son establecer conexiones entre las matemáticas y otras disciplinas científicas, así como con las situaciones que los ingenieros enfrentan en su práctica profesional.

Siguiendo este marco teórico, según Camarena (2017), se buscan indicios de respuestas a las preguntas planteadas en la figura 1.

Figura 1. Preguntas a las que se busca respuesta en el TMCC



Fuente: elaboración propia.

Con relación específica a la última pregunta, es importante aclarar que, al referirse al *conocimiento integral*, Camarena (2013b) indica que este se relaciona con las capacidades de un estudiante para construir conocimiento, incluyendo: relacionarlo con lo previamente aprendido, abordarlo de manera interdisciplinaria en lugar de forma aislada y fragmentada, integrar conocimientos teóricos con los derivados de la práctica, y transferir los conocimientos adquiridos en la universidad a su futura actividad profesional.

Asimismo, el concepto de *competencia* en el ámbito de la TMCC, según Camarena (2011), se refiere a “la base del futuro profesional para afrontar una situación problemática mediante la integración de todos sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se movilizan en sus estructuras cognitivas” (Camarena, 2011, p. 114. Énfasis nuestro).

Según Camarena (2013a), la TMCC se organiza como un sistema complejo que permite abordar los diferentes aspectos del ambiente de aprendizaje. Este sistema consta de cinco subsistemas, o fases de la teoría (*curricular, didáctica, epistemológica, docente y cognitiva*), que están interrelacionados con las condiciones sociológicas de los actores en el proceso educativo. En este trabajo, nos enfocamos únicamente en los aspectos

relacionados con la *fase epistemológica* de la teoría, la cual utilizamos en la construcción de la intervención presentada. En esta fase, buscamos comprender cómo se conectan los conceptos matemáticos con los de otras disciplinas, como la ingeniería.

En cuanto a las otras fases, nos centramos únicamente en lo presentado en la tabla 2, basados en los planteamientos de Lima *et al.* (2019). Para una comprensión más detallada, sugerimos la lectura de obras como las de Camarena (2010, 2013a, 2013b) y Lima *et al.* (2016).

Tabla 2. Breve descripción de las fases curricular, didáctica, docente y cognitiva de la TMCC

Fase	Breve descripción
Curricular	El objetivo principal es la construcción de un currículo de Matemática para una carrera específica en la que esta ciencia esté al servicio.
Didáctica	Incluye el Modelo Didáctico de la Matemática en Contexto (MoDIMaCo), que tiene como principal herramienta de trabajo problemas o proyectos (denominados <i>eventos contextualizados</i> ) que integran asignaturas matemáticas y no matemáticas de una carrera determinada.
Docente	Debe buscarse desarrollar una formación que permita al docente trabajar, en consonancia con los preceptos de la TMCC, con el currículo desarrollado.
Cognitiva	El foco es analizar, desde un punto de vista cognitivo, el trabajo de los estudiantes en una situación de abordaje matemática desde el contexto de la carrera de grado en el que se insertan.

Fuente: elaboración propia a partir de Lima *et al.* (2019).

Como señala Camarena (2013a), de manera simbiótica, tanto los contextos de otras ciencias dan sentido a los conceptos matemáticos, como estos también otorgan significado a los conceptos insertados en los contextos de otras ciencias.

Los resultados obtenidos en los análisis realizados en la fase epistemológica son los que posibilitan la construcción de materiales didácticos que se utilizarán para llevar a cabo

un abordaje contextualizado de la matemática en una carrera específica. Según Camarena y González (2001), y Camarena (2012), para esta construcción se emplea, desde un punto de vista metodológico, una secuencia de procedimientos analíticos utilizando diversos tipos de textos como fuentes, como se detalla en la siguiente sección.

## Procedimientos para preparar la intervención didáctica

Para el diseño de la intervención didáctica con el propósito de visitar el estudio de las funciones reales de una variable real, con un enfoque dirigido a la educación superior y las aplicaciones que el alumno encontrará en las asignaturas específicas del curso y en su desempeño futuro profesional, seguimos las siguientes siete etapas. Es importante destacar que en los pasos (v) y (vi) se consideran los antecedentes de esta investigación, particularmente en lo que respecta a los obstáculos epistemológicos y las dificultades cognitivas relacionadas con la noción de *función*.

### (i) Identificar un contexto específico de ingeniería civil que requiera la movilización de nociones relacionadas con el concepto de función real de una variable real

Al contrario de lo recomendado en la fase epistemológica de la TMCC, esta identificación no se basó en el análisis de los libros habitualmente utilizados en las asignaturas específicas (no matemáticas) que conforman el currículo de la carrera. En el caso particular descrito en este artículo, el contexto nos fue presentado por dos ingenieros civiles, quienes plantearon un problema clásico —el análisis dinámico de un pórtico— del análisis dinámico de estructuras, destacando su relevancia para contextualizar el enfoque de la matemática en la carrera de ingeniería civil.

### (ii) Análisis de una referencia bibliográfica relacionada con el contexto identificado para comprender cómo se moviliza la noción matemática pretendida

Una vez planteado el problema, procedemos a analizar una referencia bibliográfica sobre este tema: el libro *Lições em Mecânica das Estruturas* de Mazzilli et al. (2016).

Es importante destacar que el análisis dinámico de estructuras, “que se ocupa de la formulación y solución de las ecuaciones de movimiento de sistemas estructurales, en presencia de perturbaciones cinemáticas en su configuración de equilibrio o de acciones que varían en el tiempo” (Mazzilli et al., 2016, p. 26), no es un contexto de interés exclusivo para estudiantes de ingeniería civil. Según los autores del libro analizado, las herramientas desarrolladas

para resolver problemas fundamentales en este dominio pueden ser igualmente útiles en cursos de ingeniería mecánica, mecatrónica, naval, química, minas, aeronáutica y aeroespacial, así como en muchos otros donde se requiera el análisis de sistemas estructurales (p. 12). Además, señalan que “el análisis dinámico de estructuras es cada vez más necesario en los proyectos de Ingeniería, ya que los sistemas estructurales se vuelven más delgados y susceptibles a vibraciones” (p. 26).

El problema planteado por los ingenieros civiles se asemeja a algunas de las situaciones discutidas en el capítulo 4, titulado “Vibraciones libres en sistemas de un grado de libertad”. Se relaciona específicamente con el caso de un pórtico de un piso en situación de vibración libre subamortiguada, es decir, la estructura, con un cierto índice de amortiguamiento, es sometida a una fuerza estática, lo que provoca un desplazamiento inicial, que posteriormente es retirado abruptamente, lo que provoca que la estructura comience a vibrar libremente con velocidad inicial cero.

Al analizar el enfoque propuesto por Mazzilli *et al.* (2016) para este tipo de situaciones y tras considerar el alcance de una asignatura inicial de cálculo, identificamos la presencia de las siguientes nociones relacionadas con el estudio de la función real de una variable real: el concepto de función, dominio, imagen, representación gráfica, diferentes tipos de funciones elementales (especialmente funciones trigonométricas y exponenciales), operaciones (adición, multiplicación y composición) y transformaciones (translación, reflexión, expansión y contracción) con este tipo de funciones, máximos y mínimos locales de funciones trigonométricas, y funciones dadas por la multiplicación de una función exponencial por una función trigonométrica.

### (iii) Análisis de los programas de las asignaturas de matemáticas incluidas en el plan de estudios de ingeniería civil para comprender cómo se retoma la noción de función al principio de este curso

En la fase epistemológica de la TMCC se recomienda realizar un *análisis de los programas de las asignaturas de matemática presentes en la carrera en cuestión* (en nuestro caso, ingeniería civil) con el fin de comprender cómo se prevé el tratamiento del tema y en qué asignaturas se aborda. En el caso de la investigación reportada en este artículo, analizamos en qué asignaturas de los cursos de ingeniería civil que ofrecen las instituciones en las que operamos se espera retomar el estudio de funciones.

En el Instituto Mauá de Tecnología (IMT), se revisan las funciones reales de una variable real al inicio de la asignatura Cálculo Diferencial e Integral 1, la cual es anual y se imparte en el primer año de la carrera con una carga de trabajo de 160 horas. Según el proyecto pedagógico, el objetivo de esta asignatura es presentar al alumno un tratamiento matemático dedicado exclusivamente al estudio de dos grandes áreas de extrema importancia en la ingeniería: la tasa de variación de cantidades, objeto de estudio del cálculo diferencial, y la acumulación de cantidades, explicada por el cálculo integral. El dominio de estas herramientas es fundamental para el ingeniero, ya que este profesional necesita realizar balances, análisis de variación, determinación de áreas, volúmenes y otras acumulaciones.

Por otro lado, en la Pontificia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), se recuperan las nociones relacionadas con el estudio de la función en una asignatura también denominada Cálculo Diferencial e Integral 1, con

una carga horaria de 72 horas. A diferencia del Instituto Mauá de Tecnología, esta asignatura se imparte en el segundo semestre del curso. Según el Proyecto Pedagógico, el objetivo específico de esta asignatura es conducir gradualmente al alumno, a lo largo del desarrollo de la asignatura, a: 1) desarrollar habilidades para ser capaz de identificar el objeto función en sus distintas representaciones; 2) adquirir conceptos y técnicas para determinar límites y manejar cuestiones relacionadas con la derivada e integral, y 3) construir modelos matemáticos para resolver problemas que involucren optimización, áreas y volúmenes.

#### (iv) Análisis del orden epistemológico relacionado con la función de objeto con el fin de comprender cómo se produjo su desarrollo histórico

Según Ponte (1990, p. 5), “la noción de función no apareció por casualidad en las matemáticas. Surgió, como tan bien demostró Bento Caraça (1951), como el instrumento matemático indispensable para el estudio cuantitativo de los fenómenos naturales, iniciado por Galileo (1564-1642) y Kepler (1571-1630)”. De acuerdo con el mismo autor, se considera uno de los conceptos más importantes de toda la matemática, ya que es la base del cálculo, un área clave en el desarrollo de las matemáticas contemporáneas. La noción de función se desarrolló de manera articulada en la búsqueda de explicar problemas físicos matemáticamente, relacionados, entre otros, con la conducción del calor, la caída libre y los movimientos de los planetas. Esto ocurrió especialmente porque las funciones son “instrumentos por excelencia para estudiar problemas de variación” (Ponte, 1990, p. 5).

Hoy en día, sin embargo, las matemáticas están significativamente vinculadas no solo a la física; sus ámbitos de aplicación se han ampliado a “el estudio de fenómenos y situaciones en ciencias de la vida, ciencias humanas y sociales, gestión, comunicación, ingeniería y tecnología, constituyendo un medio de descripción, explicación, predicción y control” (Ponte, 1990, pp. 5-6). La aplicación de las matemáticas como herramienta analítica en diferentes ámbitos es posible, esencialmente, gracias a la noción de *modelo*, ya que siempre es “de gran interés estudiar los efectos de los distintos parámetros que influyen en la situación, lo que se hace de forma aún más eficiente cuanto más cerca se está de establecer una relación funcional entre cada uno de ellos y las variables fundamentales del modelo” (Ponte, 1990, pp. 5-6). La pertinencia de establecer una relación funcional entre las variables presentes en un determinado modelo revela que “la noción de función es de importancia central en el diseño y estudio de modelos, cualquiera que sea su naturaleza, y por tanto sigue siendo una noción clave en las matemáticas actuales” (Ponte, 1990, pp. 5-6).

### (v) Identificar los obstáculos epistemológicos relacionados con el concepto de función

Para la construcción de materiales didácticos con el objetivo de contextualizar conceptos matemáticos en diferentes áreas, es importante, también en el dominio de la fase epistemológica de la TMCC, según Camarena y González (2001), y Camarena (2012), identificar los obstáculos epistemológicos, en el sentido de Brousseau (1983), relacionados con un determinado concepto. Tales obstáculos son “aquellos que no podemos ni debemos evitar por su papel constitutivo en el conocimiento objetivo. Pueden encontrarse en la historia de los propios conceptos” (Brousseau, 1983, p. 178. Traducción propia). La necesidad, en la fase epistemológica, de apegarse a ellos, está

plenamente justificada, ya que, para el citado autor, la identificación y caracterización de los obstáculos son fundamentales para construir y analizar situaciones didácticas. “La planificación del aprendizaje, basada en el estudio del desarrollo del conocimiento en términos de obstáculos, se diferencia significativamente de la planificación clásica, especialmente en lo que respecta al papel y organización de las situaciones problema, que serán fundamentales en este proceso” (Brousseau, 1983, p. 178).

Específicamente en el caso del objeto matemático función, dieciséis obstáculos epistemológicos han sido estudiados y sintetizados en detalle por Sierpiska (1992). Superar estos obstáculos está ligado a la adquisición de condiciones para comprender la noción de función, como se explica en la tabla 3.

Tabla 3. *Obstáculos epistemológicos y condiciones para entender la noción de función*

Obstáculo epistemológico	Condiciones para entender la noción de función
1. Las matemáticas no se preocupan por problemas prácticos.	Identificación de los cambios observados en el mundo que nos rodea como problemas a resolver; identificación de regularidades en las relaciones entre cambios como forma de afrontar los cambios.
2. Las técnicas de cálculo utilizadas en la producción de tablas de relaciones numéricas no merecen convertirse en objeto de estudio en Matemática.	
3. Considere los cambios como fenómenos, enfocándose en cómo cambian las cosas, ignorando lo que cambia.	Identificación de sujetos que sufren cambios en los casos en estudio.
4. Piense en términos de ecuaciones e incógnitas que se extraerán de ellas.	Discriminación entre dos modos de pensamiento matemático: uno en términos de cantidades conocidas y desconocidas y el otro en términos de cantidades constantes y variables.
5. Considere el orden de las variables como irrelevante.	Discriminación entre variables dependientes e independientes.
6. Una concepción heterogénea del número.	Generalización y síntesis de la noción de número; discriminación entre número y cantidad.
7. Una filosofía pitagórica de número: todo es número.	
8. Las leyes de la Física y las funciones de la Matemática no tienen nada en común; pertenecen a diferentes dominios (compartimentos) del pensamiento.	Síntesis del concepto de ley y el concepto de función; en particular, la conciencia del posible uso de funciones para modelar relaciones entre magnitudes físicas o de otro tipo.
9. La proporción es un tipo privilegiado de relación.	Existe una completa arbitrariedad en la ley de función en su definición.
10. Fuerte creencia en el poder de la operación formal en expresiones algebraicas.	
11. Solo las relaciones descritas por fórmulas analíticas deben recibir el nombre de función.	Discriminación entre una función y las herramientas analíticas que a veces se utilizan para describir su ley.
12. La definición es una descripción de un objeto ya conocido de otra manera, por los sentidos o la percepción. La definición no determina el objeto; en cambio, el objeto determina la definición.	Discriminación entre definiciones matemáticas y descripciones de objetos; síntesis de la concepción general de la función como objeto; discriminación entre los conceptos de función y relación.
13. Las funciones son secuencias.	La discriminación entre las nociones de función y secuencia.

Obstáculo epistemológico	Condiciones para entender la noción de función
14. Las coordenadas de un punto son segmentos de recta, no números.	La discriminación entre coordenadas de un punto en una curva y segmentos de recta que indican que un punto dado en la curva es una imagen de un elemento en el dominio de alguna función.
15. La gráfica de una función es un modelo geométrico de una relación funcional. No tiene que ser fiel, puede contener puntos $(x, y)$ tales que la función no esté definida en $x$ .	La discriminación entre diferentes formas de representar funciones y funciones por sí mismas; síntesis de diferentes formas de proporcionar una función, representar una función y hablar de una función.  Generalización de la noción de variable; síntesis de los roles de la noción de función y causa en la Historia de la Ciencia: conciencia de que las búsquedas de relaciones funcionales y causales son expresiones del esfuerzo humano por comprender y explicar los cambios en el mundo; discriminación entre las nociones de relaciones funcionales y causales.
16. Los cambios en una variable son cambios en el tiempo.	

Fuente: elaboración propia a partir de Sierpinski (1992).

## (vi) Análisis de los libros de texto utilizados en las asignaturas iniciales del cálculo diferencial e integral en los cursos de ingeniería

En cuanto a los libros de texto que se utilizan en las instituciones en las que operamos para revisar el estudio de la función —que, como ya hemos señalado, se da en las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral 1, ya que el uso de dichos materiales no es obligatorio y son referenciados en los planes didácticos más como sugerencias para los alumnos—, se optó por analizar dos libros distintos señalados en las referencias básicas de la mencionada asignatura, uno de carácter más tradicional y otro en el que se destaca un enfoque más aplicado de los contenidos. Son, respectivamente, *Cálculo A (funciones, límite, derivación e integración)*, 6.ª edición (2006), de autoría de Diva Marília Flemming y Miriam Buss Gonçalves (indicada en la PUC-SP) y *Cálculo*, 8.ª edición (2017), escrito por James Stewart (nominado en IMT y PUC-SP).

Flemming y Gonçalves (2006) proponen una revisión del estudio de las funciones en el capítulo 2, al que dedican 48 páginas. Las autoras señalan, al comienzo del capítulo 2, que el objetivo es “introducir uno de los conceptos más fundamentales de la Matemática, el de función” (p. 12) y que solo tratan funciones reales de variable real. De acuerdo con ellas, el enfoque aborda problemas que “muestran la importancia de estudiar funciones en diferentes áreas de conocimiento” (p. 12), en especial economía, y que “en el transcurso de los ejemplos es posible observar que el uso de recursos computacionales ayuda a visualizar las propiedades y características de las funciones” (p. 12).

El enfoque se inicia directamente con la presentación de la definición de función, dominio y contradominio, seguido de ejemplos y contraejemplos en los que se utiliza la representación de relaciones mediante diagramas de Venn. Luego, se presentan de nuevo, seguidas de ejemplos, las definiciones de imagen, del conjunto de imágenes y de gráfica. Es importante señalar que, en uno

de estos ejemplos, las autoras afirman que “cuando trabajamos con subconjuntos de  $R$ , lo habitual es caracterizar la función solo por la fórmula o regla que la define” (p. 14). En nuestra opinión, si esta afirmación no es bien discutida por el profesor en clase, puede reforzar uno de los obstáculos epistemológicos que se muestran en la tabla 3, a saber, el obstáculo 11. Encontramos que, de la página 12 a la página 23, salvo una aplicación de funciones en el contexto de una línea de producción para una determinada pieza, todos los conceptos revisados y los ejercicios propuestos contemplan únicamente el contexto matemático.

Todos los ejercicios propuestos, desde el número 32 hasta el 36, abordan contextualizaciones en diferentes áreas de conocimiento de los conceptos trabajados. Esto se realiza a través de problemas bastante habituales en los libros de cálculo. En esta primera parte del enfoque de contenido, se proponen 36 ejercicios, de los cuales siete mencionan el uso de recursos tecnológicos.

Después de los ejercicios, las autoras inician una nueva sección en la que trabajan con lo que llaman *funciones especiales*: constantes, identidad, función polinomial de primer grado, modular, función polinomial de segundo grado y polinomial de cualquier grado, y racional. Luego, hacen consideraciones sobre funciones pares e impares, funciones periódicas y funciones inversas, y abordan lo que ellas llaman funciones elementales: exponencial, logarítmica, trigonométrica, trigonométrica inversa, hiperbólica e hiperbólica inversa. Todo este enfoque se realiza siguiendo la línea de definición y ejemplos utilizando únicamente el contexto matemático.

La parte teórica del capítulo 2 finaliza con un apartado titulado “Aplicaciones”. Luego, se presentan diez ejemplos de contextualización de la noción de función, ocho relacionados

con la economía, uno con el crecimiento de la población y uno con la desintegración radiactiva. Al final del capítulo se proponen 59 ejercicios sobre todo el contenido trabajado. En diez de estos ejercicios hay una indicación para el uso de recursos tecnológicos. Relacionado con contextos que no son exclusivamente matemáticos, existen 15 problemas de áreas similares a las contempladas en los ejemplos en el apartado de “Aplicaciones” y, curiosamente, ninguno de ellos menciona el uso de tecnologías, aunque, en muchos, se solicita la construcción de representaciones gráficas.

Respecto al libro de Stewart (2017), en el prefacio, el autor destaca que el “énfasis está en la comprensión de los conceptos. Creo que casi todo el mundo está de acuerdo en que este debería ser el principal objetivo de la enseñanza de Cálculo” (Stewart, 2017, p. ix). También hay una preocupación del autor con la presentación, ejemplos y ejercicios presentes en el texto, con el uso de datos reales. En el prefacio, el autor también destaca el uso de tecnologías como recurso auxiliar para el uso del libro por parte de estudiantes y profesores.

Con relación específica al capítulo inicial, titulado “Funciones y modelos”, en el que se propone revisar el estudio de las funciones, aún en el prefacio, el autor afirma que, al abordar este tema,

desde el principio, se valora la multiplicidad de representaciones de una función: verbal, numérica, visual y algebraica. La discusión de modelos matemáticos conduce a una revisión de las funciones usuales, incluidas las funciones exponenciales y logarítmicas, a través de estos cuatro puntos de vista. (p. xii)

También destacamos algunas palabras que Stewart dirige a los estudiantes que utilizan su texto. Afirma que, aunque algunos alumnos prefieren

ir directamente a ejercicios pasados como actividad para casa, consultando el texto solo cuando encuentran alguna dificultad, creo que leer y comprender todo el apartado antes de abordar los ejercicios es mucho más interesante. Debes prestar especial atención a las definiciones y comprender el significado exacto de los términos. (p. xx)

Además, da consejos al estudiante que, a nuestro juicio, están directamente relacionados con la potencialidad de que, en un curso de ingeniería, la matemática también desempeña el papel de materia formativa, como destaca Camarena (2011). El autor afirma que “parte del objetivo de este curso es formarte para pensar con lógica. Trata de escribir las etapas de la resolución de manera articulada, paso a paso, con frases explicativas, y no solo una serie de ecuaciones y fórmulas desconectadas” (Stewart, 2017, p. xx).

La revisión del estudio de las funciones se realiza en el capítulo 1, titulado “Funciones y modelos”. Para ello, el autor asigna 63 páginas, organizadas en cinco secciones, una revisión y un tema titulado “Principios de resolución de problemas”. En consonancia con lo resaltado en el prefacio, el acercamiento al tema se inicia mediante una fotografía que ilustra la destrucción provocada por un terremoto en Japón en 2011 y una representación gráfica de la aceleración vertical del suelo provocada por ese terremoto.

En la primera sección, “Cuatro formas de representar una función”, a partir de situaciones en diferentes áreas que involucran una cantidad que depende de otra, el autor conceptualiza una función y destaca que trabajará con funciones reales de una variable real. Luego presenta las nociones esenciales relativas a la idea de función y de su gráfica. Estas nociones se ilustran mediante ejemplos que se encuentran comúnmente en los libros de texto y en un contexto estrictamente matemático.

Se proponen 80 ejercicios; de estos, 29 son aplicaciones de conceptos trabajados en diferentes contextos. Tanto en cuestiones puramente matemáticas como en las de aplicación, el autor explora a fondo las representaciones gráficas. No se menciona en este primer apartado el uso de recursos tecnológicos.

La segunda sección del capítulo, llamada “Modelos matemáticos: una lista de funciones especiales”, comienza con el concepto de un modelo matemático, la presentación de un esquema que ilustra el proceso de modelación matemática y la observación de que un modelo matemático “nunca es una representación completamente precisa de una situación, es una idealización” (p. 15. Énfasis del autor).

Luego, el autor comienza a discutir modelos lineales, utilizando ejemplos contextualizados de diferentes naturalezas: el primero, que trata de la temperatura del aire seco en función de la altitud, informa *a priori* que un modelo lineal describe adecuadamente el problema; el segundo, relacionado con los niveles promedio de dióxido de carbono en la atmósfera, es un ejemplo de lo que el

autor llama un *modelo empírico*, construido completamente a partir de datos recopilados y utilizando la búsqueda de una curva que se ajuste mejor a los datos. En el planteamiento de este segundo ejemplo, se presenta incluso una discusión sobre un refinamiento del modelo mediante una regresión lineal que el autor sugiere realizar con la ayuda de una calculadora gráfica o *software* como *Maple* y *Mathematica*.

En el tercer ejemplo propuesto, se retoma la situación anterior para abordar el uso del modelo obtenido para realizar predicciones. Esto exige recurrir a interpolaciones y extrapolaciones con relación al conjunto de datos previamente puesto a disposición. Los siguientes modelos discutidos en la sección son aquellos que el autor llama *funciones potencia*, que incluyen algunos casos de funciones polinomiales, la función raíz y la función recíproca —representada algebraicamente por  $q$ , como se señaló, está presente en física y química en relación con la Ley de Boyle (siendo la temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión)—. Enseguida se definen funciones racionales (con ayuda de un único ejemplo puramente matemático) y funciones algebraicas, mencionando que un ejemplo de aplicación de este tipo de función está presente en la teoría de la relatividad en la que la masa de una partícula en relación con su velocidad se expresa mediante una función algebraica.

Luego, se aborda superficialmente el tema de las funciones trigonométricas, ya que se pretende dedicar un apartado completo a su revisión detallada —al analizar este material, nos percatamos de que la revisión propuesta es principalmente técnica y que solo se trabajan y proponen situaciones puramente matemáticas—. En esta sección, se examinan las funciones seno, coseno y tangente, se presen-

tan sus dominios, imágenes, representaciones gráficas, y se resalta su carácter periódico. Con respecto a este aspecto particular, se destaca que “la naturaleza periódica de estas funciones las hace adecuadas para modelar fenómenos repetitivos, como las mareas, las cuerdas vibrantes y las ondas sonoras” (p. 22). La sección concluye con 32 ejercicios propuestos, 21 de los cuales son aplicaciones en diferentes contextos de las funciones tratadas. En 8 de estos 21 ejercicios de aplicación, se indica por parte del autor la necesidad de que el alumno utilice una calculadora gráfica o una computadora.

En la tercera sección del capítulo, titulada “Nuevas funciones a partir de conocidas”, el autor afirma que, a partir de las funciones básicas definidas en la sección anterior, se obtendrán nuevas funciones mediante desplazamientos, ampliaciones o reflexiones de sus gráficas. Además, se discutirá cómo combinar funciones mediante operaciones aritméticas ordinarias y composiciones. En el tema de “Transformaciones de funciones”, se abordan las translaciones (desplazamientos verticales y horizontales), reflexiones y expansiones horizontales y verticales. De los cinco ejemplos trabajados, solo uno no tiene un contexto puramente matemático (modelación de la duración de la luz solar en una ciudad de una latitud determinada). En el tema de “Combinaciones de funciones”, el autor examina las operaciones aritméticas y la composición entre funciones utilizando únicamente el contexto matemático. La sección concluye con 66 ejercicios propuestos, 11 de los cuales son aplicaciones en contextos no estrictamente matemáticos. En ninguno de los ejercicios se sugiere el uso de recursos tecnológicos.

En la sección de “Funciones exponenciales”, el autor define este tipo de función, revisa las propiedades de los exponentes y luego analiza algunas de sus aplicaciones.

Se destaca que este tipo de función se encuentra frecuentemente en modelos matemáticos de la naturaleza y de la sociedad, y que en este momento se abordarán aplicaciones relacionadas con el crecimiento poblacional y la desintegración radiactiva. En los otros capítulos se exploran más ejemplos de aplicaciones. Finalmente, cerrando el apartado, se proponen 38 ejercicios, de los cuales 16 requieren el uso de recursos tecnológicos. De estos 38 ejercicios, nueve tienen aplicaciones en contextos distintos de los puramente matemáticos.

La quinta sección del capítulo, titulada “Funciones inversas y logaritmos”, se introduce a partir de una situación relacionada con la población de un cultivo bacteriano. El apartado concluye con 77 ejercicios propuestos, cinco de los cuales se aplican en diferentes contextos. Entre los ejercicios propuestos, hay nueve en los que es necesario el uso de calculadoras gráficas o computadoras, y dos en los que se deben utilizar sistemas algebraicos computacionales.

Después de la quinta sección, se realiza una revisión de los conceptos trabajados en el capítulo. En esta parte se proponen 28 ejercicios, cuatro de los cuales son aplicaciones. Hay un ejercicio que requiere el uso de una calculadora gráfica o una computadora. El capítulo concluye con un tema denominado “Principios de resolución de problemas”, siguiendo las recomendaciones de George Polya.

## (vii) Análisis de los aspectos cognitivos relacionados con la noción de función

Esta etapa se enfoca en el *análisis de los aspectos cognitivos* relacionados con el contenido matemático que estamos abordando, en este caso, la función, con el objetivo de comprenderlos a partir de investigaciones y reflexionar sobre cuestiones cognitivas vinculadas al aprendizaje de determinados contenidos, así como sobre algunas barreras que enfrentan los estudiantes en este proceso. En la tabla 4, se resumen las principales dificultades que enfrentan los estudiantes al estudiar el concepto de función, las cuales fueron presentadas por autores de diversos estudios: Markovits *et al.* (1994), Oliveira (1997), García-Quiroga *et al.* (2004), Iglioni (2007), López y Sosa (2008), Akkoç y Tall (2002), Dubinsky y Wilson (2013), a partir de la revisión de trabajos de diferentes autores producidos entre 1960 y 2011, y Brendefur *et al.* (2015), a partir de la revisión de diversos trabajos.

Tabla 4. Resumen de las dificultades que enfrentan los estudiantes con relación al aprendizaje de función

Dificultades con relación al concepto de función	
1. Comprensión de los términos: par ordenado, dominio, contradominio, conjunto de imágenes y distinción entre conjunto de imágenes y contradominio.	10. Dificultad para diferenciar la variable dependiente de la variable independiente.
2. La no percepción de que, en la representación gráfica, el eje de abscisas representa el dominio de la función y el eje de ordenadas el contradominio y también la no percepción de que los puntos de la representación gráfica de una función representan los pares donde es un elemento del dominio e es la imagen de x por la función considerada.	11. Falsa idea de que una parábola siempre representa una función, sin importar si su eje de simetría es horizontal o vertical.
3. No establecer conexiones entre los componentes de la definición verbal de función y los componentes de la representación gráfica visual.	12. Falsa idea de que una gráfica solo puede representar una función si se conoce su expresión algebraica.
4. Identificar el par ordenado compuesto por un elemento del dominio y su imagen respectiva para funciones dadas en forma algebraica cuando se proporciona el valor de la imagen y se desea el valor del dominio correspondiente.	13. La gráfica de una función debe ser continua y la noción de continuidad como algo que no se interrumpe.
5. Ignorar el dominio y el contradominio de una función.	14. La gráfica de una función debe ser lineal cuando se le pide que la dibuje con dos puntos fijos.
6. No comprender algunas funciones: constante (debido a que todos los elementos del dominio tienen la misma imagen y la definición formal de función se percibe como variación); aquellas que tienen representaciones gráficas desconectadas; las que son definidas por partes.	15. Distinguir entre variable e incógnita.
7. Trabajar con las diferentes representaciones de una función y las actividades semióticas vinculadas a ellas, como la transposición de problemas del lenguaje escrito al lenguaje algebraico, representar gráficamente y analizar una función, actividades que involucren la conversión de representaciones semióticas, especialmente aquellas que requieran el paso de una representación en el registro gráfico a una representación en el registro algebraico, pasando por diferentes representaciones, como tablas, expresiones y gráficas.	16. Enunciar fenómenos o situaciones que impliquen una relación funcional entre variables.
8. Trabajar con la simbología relacionada con el concepto de función. Los estudiantes a menudo no comprenden el concepto de variable y la notación ; es posible que no comprendan la distinción entre y encuentren los valores de para los cuales .	17. Enunciar la regla de correspondencia que enumera los elementos de dos conjuntos en los que se define una función.
9. Idea de que basta con que los datos se puedan representar gráficamente o mediante una ecuación para enfrentar una relación funcional (es decir, dificultad para diferenciar función de ecuación).	18. Obtener la inversa de una función y su representación gráfica.
	19. No hacer explícito el carácter unívoco de la relación funcional.
	20. Cuando se les presenta la noción de función, los estudiantes aportan su comprensión implícita del lenguaje y todas sus experiencias previas los respaldan. El resultado es un conjunto muy complicado de significados personales que ayudan y dificultan su interpretación del concepto de función.
	21. Creer que todas las funciones se pueden representar usando una expresión algebraica.
	22. Comprender por qué la univalencia es un requisito importante para definir una función.
	23. Confusión considerable entre la condición de univalencia en la definición de función y la condición de unicidad en la propiedad uno a uno (cada elemento del dominio está asociado con un elemento diferente del contradominio) no necesaria para definir una función.
	24. Dificultad para comprender claramente la composición y descomposición de funciones.
	25. El conocimiento sobre las funciones tiende a estar fragmentado.
	26. Incapacidad para percibir funciones como objetos abstractos de alto nivel.

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de los análisis realizados en las siete etapas previamente presentadas en la fase epistemológica de la TMCC, se ha desarrollado una intervención didáctica que se explica en el siguiente apartado. Se ha elegido como contexto para la intervención el análisis dinámico de un pórtico (etapa I) e identificamos, a partir de una referencia bibliográfica comúnmente utilizada en ingeniería civil para estudiar este tema, cómo se movilizan los conceptos matemáticos, especialmente los diferentes tipos de funciones (etapa II).

Observamos que, a diferencia de lo que está presente en los problemas de la mayoría de los libros de cálculo, en el análisis dinámico de estructuras, y sin duda en aplicaciones en otros campos, las situaciones no involucran solo un tipo de función; por el contrario, exigen la movilización articulada de distintas funciones y un amplio conjunto de nociones relacionadas con estos objetos matemáticos. En consecuencia, una intervención didáctica orientada a revisar el estudio de las funciones a través de una situación contextualizada en la ingeniería, revisión que en las instituciones donde enseñamos se da en la asignatura inicial de cálculo diferencial e integral (como se detalla en la etapa III), debe permitir al alumno desarrollar la capacidad de trabajo de forma integrada con los conceptos relacionados con la función.

El problema elegido para la intervención también debe permitir al alumno percibir por qué históricamente el desarrollo de la noción de función (etapa IV) fue importante para diferentes áreas del conocimiento y por qué esto ocurrió de manera articulada a la búsqueda de la expresión matemática de situaciones reales que implican variaciones. Además, deberá proporcionar una familiarización inicial con una idea fundamental relacionada con las funciones: el estudio de modelos. Además, a nuestro juicio, la intervención tendría un mayor impacto en la formación del futuro ingeniero si permitiera enfrentar algunos de los obstáculos epistemológicos relacionados con el concepto de función (etapa V), superarlos y, en consecuencia, brindar condiciones para comprender diferentes aspectos esenciales para la noción de *función*.

Respecto a los libros de texto de Cálculo de Flemming y Gonçalves (2006), y Stewart (2017), que son de uso común o al menos referenciados como bibliografía básica en las instituciones donde impartimos docencia (analizados en la etapa VI), consideramos que ambos podrían servir como material de apoyo para la intervención elaborada, para el desarrollo, incluso recurriendo al uso de recursos tecnológicos, de habilidades más técnicas relacionadas con el estudio de la función.

Como soporte para la expansión del conocimiento sobre las aplicaciones de la función en diferentes áreas del conocimiento, el libro de Stewart (2017) se muestra más efectivo, ya que las situaciones que exploran contextos no estrictamente matemáticos están presentes en mayor número y contemplan una mayor diversidad de áreas en comparación con el de Flemming y Gonçalves (2006), en el que las aplicaciones están muy restringidas a la economía. Otro aspecto a destacar es que en Flemming y Gonçalves (2006) no se menciona el uso de recursos tecnológicos para abordar problemas contextualizados, mientras que en Stewart (2017) hay un número significativo de preguntas de esta naturaleza en las que, según el autor, es necesario utilizar calculadoras gráficas, computadoras y en algunos casos sistemas computacionales algebraicos.

Finalmente, el análisis realizado muestra la importancia de considerar, al diseñar la intervención, cuáles son las principales dificultades que enfrentan los

estudiantes al estudiar el concepto de función (etapa VII) y luego brindarles oportunidades para minimizarlas. Por lo tanto, procedemos a presentar la intervención.

## Resultados y análisis: la intervención didáctica

La intervención didáctica fue planificada para ser aplicada en 12 horas en total, distribuidas en 3 semanas, con 4 horas de aula en cada semana. A continuación, se presenta el problema que contextualiza la intervención propuesta.

Considere un pórtico con masa  $m = 384$  kg, rigidez de cada columna  $\frac{k}{2} = 19200$  N/m y tasa de amortiguamiento  $\xi = \frac{c}{2m\sqrt{\frac{k}{m}}} = 0,05$ , siendo  $c$  la constante de amortiguamiento. Se aplica una fuerza estática a esta estructura, lo que provoca un desplazamiento inicial  $u_0 = 0,1$  m. Luego, esta fuerza se elimina abruptamente y la estructura comienza a vibrar libremente con velocidad inicial cero. Considerando únicamente la posibilidad de desplazamiento horizontal de este pórtico, la expresión que permite analizar el comportamiento del desplazamiento  $u$  con relación al tiempo viene dada por:

$$u(t) = 0,10e^{-0,5t} [\cos(10t - 0,05)]$$

**Pregunta:** ¿La amplitud de movimiento será el 20 % del rango inicial después de cuántos ciclos?

**Nota:** considere dos decimales para los cálculos.

Destacamos que el modelo matemático que describe el problema mencionado implica

una ecuación diferencial ordinaria (EDO) homogénea de segundo orden con coeficientes constantes. Sin embargo, dado que nuestra intención al diseñar la intervención es trabajar con estudiantes de una asignatura inicial de cálculo diferencial e integral, adaptamos el problema de manera que ya se proporciona la expresión que describe el desplazamiento horizontal del pórtico en función del tiempo, y no se requiere que el alumno resuelva la mencionada EDO.

Posteriormente, a través de las tablas 5 a 11, explicamos la planificación que hemos preparado para cada una de las semanas que componen la intervención y sus respectivas clases. Es importante mencionar que las observaciones en la tercera columna de cada una de estas tablas, titulada “Consideraciones generales”, son el resultado de nuestra interpretación, de nuestras experiencias profesionales como docentes de cálculo diferencial e integral y del conocimiento de las realidades de los estudiantes de las instituciones donde enseñamos. Por lo tanto, es evidente que los docentes que trabajan en otros contextos pueden identificar, especialmente en lo que respecta a dificultades cognitivas, aspectos diferentes a los mencionados en estas tablas. Además, cada vez que se lleva a cabo la intervención, la planificación puede ajustarse o incluso modificarse según las situaciones observadas. Durante la realización de la intervención, el docente debe estar siempre atento para explorar, en el momento más adecuado de la secuencia de clases, otros conceptos que surjan de las discusiones, aunque no estén previstos, pero que son relevantes para alcanzar los objetivos.

Tabla 5. Planificación para la clase 1 (primera semana de la intervención)

Clase 1: propuesta del problema, disponibilidad de materiales para la preparación previa de los estudiantes para la inmersión en el tema y para la realización de una investigación libre relacionada con el contexto del problema.		
Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Pregunta 1:</b> ¿La relación presente en el enunciado del problema se refiere a algún(unos) concepto(s) matemático(s) que ya haya estudiado? ¿Cuál(es)?	Realizar una encuesta sobre qué conocimientos matemáticos identifica el estudiante al analizar la expresión algebraica de .	Esperamos que el alumno haga referencia a las ideas de función y, especialmente, a funciones trigonométricas, exponenciales y también a multiplicación de funciones. Es posible mencionar las ideas de funciones constantes y composición de funciones. La discusión de este tema permite comenzar a abordar los obstáculos epistemológicos identificados en la tabla 3 por los números 1 y 8.
<b>Tarea</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Consideraciones Generales</b>
<b>Tarea 1:</b> Investigue y lleve a la siguiente clase otra situación (de su interés, de la vida cotidiana, de Física, Ingeniería, etc.) que esté modelada por una función real de una variable real.	Permitir que las actividades que se realicen por parte de los alumnos de la siguiente clase se desarrollen en el contexto de situaciones que ellos mismos han identificado y que, por tanto, pueden estar más cerca de sus intereses.	Al realizar la tarea, el alumno puede encontrarse con los obstáculos epistemológicos identificados en la tabla 3 por los números 1, 8, 11 y 16. Algunas dificultades relacionadas con el concepto de función identificadas en la tabla 4 pueden constituir obstáculos para el alumno al momento de realizar esta tarea. Estas se indican con los números 3, 6, 9, 12, 13, 16, 20, 21, 22 y 23.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Planificación para la clase 2 (primera semana de la intervención)

Clase 2: Iniciar la revisión del estudio de funciones.		
Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Pregunta 2:</b> ¿Se pueden representar las funciones identificadas en la Tarea 1 mediante una expresión algebraica? ¿Qué dominios, contradominios, imágenes y subconjuntos de estos conjuntos deben considerarse teniendo en cuenta el contexto de la situación que se modela? Obtener diferentes representaciones para estas funciones, utilizando <i>softwares</i> para la construcción de representaciones gráficas.	Revisar, a partir de las situaciones identificadas por los alumnos con la realización de la Tarea 1, los principales aspectos relacionados con la noción de función.	Los obstáculos epistemológicos que pueden enfrentar los alumnos al contestar la Pregunta 2 se identifican en la tabla 3 con los números 1, 3, 5, 8, 11, 15 y 16. Sobre las dificultades cognitivas que pueden enfrentar los alumnos al contestar la Pregunta 2, destacamos las indicadas en la tabla 4 por los números 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23 y 25.
<b>Pregunta 3:</b> ¿Cuáles son los conjuntos de dominios, contradominios e imágenes de la función $u$ , considerando exclusivamente el contexto matemático? ¿Y si consideramos el contexto del problema?	Permitir al alumno trabajar, en el contexto del problema de análisis dinámico del pórtico, con los conceptos ya estudiados en la escuela básica y que fueron retomados en esta clase.	En esta pregunta, el alumno puede enfrentar el obstáculo epistemológico identificado por el número 3 en la tabla 3. En cuanto a las dificultades cognitivas, pueden estar relacionadas con los números 1, 5, 8, 10, 20 y 25 de la tabla 4.
<b>Pregunta 4:</b> Usando un <i>software</i> , grafique la función $y$ a partir de esa representación gráfica confirme lo que observó en la Pregunta 3.		Los obstáculos epistemológicos que se pueden enfrentar en esta Pregunta son los números 14 y 15 de la tabla 3. Por su parte, las dificultades cognitivas que pueden constituir obstáculos para el alumno son las señaladas en la tabla 4 con los números 2, 5, 7, 14, 20 y 25.

Tarea	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Tarea 2:</b> Investigar cómo se llegó a la función que modela el desplazamiento horizontal del pórtico con relación al tiempo.	Permitir al alumno observar que, para llegar al modelo del desplazamiento horizontal del pórtico con relación al tiempo, se necesita una serie de conocimientos matemáticos y físicos con los que trabajará en las asignaturas de estas áreas de conocimiento, normalmente insertado en los ciclos básicos de los cursos de Ingeniería.	Esta Tarea 2 puede iniciar la toma de conciencia del estudiante sobre la importancia del conocimiento de Matemática y Física que se estudia en las asignaturas básicas para modelar y resolver problemas específicos de Ingeniería.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a esta primera semana de clases, presentada en las tablas 5 y 6, nos gustaría destacar el tema de los materiales destinados a la preparación previa del alumno con el fin de familiarizarlo con el contexto del problema mencionado en la tabla 6. En el caso específico de esta intervención, se produjeron dos videos por ingenieros civiles y físicos que colaboran con nosotros. En estos videos, se presentan las principales ideas relacionadas con los pórticos en un lenguaje accesible para los alumnos principiantes, además de una re-

visión del modelo masa-resorte ya estudiado por los alumnos de *Ensino Médio* (destinado al grupo de edad de 15 a 17 años), relacionándolo con el contexto del análisis dinámico de estructuras y, en particular, con los pórticos. También como material de apoyo, sugerimos la elaboración de un texto por ingenieros o físicos sobre las nociones de amortiguamiento, coeficiente de amortiguamiento, frecuencia natural, frecuencia natural amortiguada de una estructura y ángulo de fase del movimiento armónico.

Tabla 7. Planificación para la clase 3 (segunda semana de la intervención)

Clase 3: Reanudación y discusión de la Actividad 2 y revisión de las funciones elementales.		
Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Pregunta 5:</b> En la expresión algebraica ¿identifica la presencia de funciones elementales? ¿Cuáles son?	Iniciar un trabajo para retomar el estudio de las funciones elementales a partir de una percepción inicial de los propios alumnos, a partir de la función presente en el problema del pórtico.	En cuanto a los obstáculos epistemológicos, entendemos que este tema no introduce nada nuevo, pero puede contribuir a la continuidad del proceso de confrontación de los anteriormente mencionados. En cuanto a las dificultades cognitivas que pueden presentarse, mencionamos las indicadas en la tabla 4 por los números 6, 8, 20, 24, 25 y 26.
Tarea	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Tarea 3:</b> Ejercicios elaborados por el docente (siempre que sea posible considerando situaciones contextualizadas, pero sin excluir la posibilidad de preguntas que trabajen solo con el contexto matemático) para que los alumnos puedan repasar y reforzar conocimientos sobre las siguientes funciones elementales: constante, polinomial, racional, modular, definida por partes y logarítmicas, sus operaciones y transformaciones.	Ayudar principalmente a aquellos alumnos que tuvieron poco o ningún contacto con el estudio de las funciones elementales en lo <i>Ensino Médio</i> .	En cierto sentido, los ejercicios propuestos para la asimilación de lo que fue trabajado en la clase pueden contribuir a que los alumnos sean capaces de seguir con mayor eficacia el curso que se desarrollará, ya que habrán podido recuperar algunos de los conocimientos previos necesarios. Para proponer estos ejercicios, el docente, luego de un análisis crítico y cuidadoso de los libros utilizados como referentes en la asignatura, podrá seleccionar algunas preguntas propuestas en estos materiales, cuidando de incluir aquellas que demanden el uso de recursos tecnológicos.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8. Planificación para la clase 4 (segunda semana de la intervención)**

Clase 4: Revisa las funciones elementales (continuación) y las operaciones o transformaciones que las involucran.		
Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<p><b>Pregunta 6:</b> La función se obtuvo a partir de operaciones o transformaciones que involucran funciones elementales. Identifique estas funciones, operaciones o transformaciones.</p>	<p>Desencadenando, a partir de la función presente en el problema del pórtico, el planteamiento de dos tipos de funciones elementales, sus operaciones y transformaciones no trabajadas en la clase anterior, a saber: funciones exponenciales y trigonométricas.</p>	<p>En cuanto a los obstáculos epistemológicos, entendemos que este tema no introduce nada nuevo, pero puede contribuir a la continuidad del proceso de confrontación de los anteriormente mencionados. En cuanto a las dificultades cognitivas que pueden presentarse, mencionamos las indicadas en la tabla 4 por los números 6, 8, 20, 24, 25 y 26.</p>
Tarea	Objetivo	Consideraciones Generales
<p><b>Tarea 4:</b> Ejercicios elaborados por el docente (siempre que sea posible considerando situaciones contextualizadas, pero sin excluir la posibilidad de preguntas que trabajen solo con el contexto Matemático) para que los alumnos puedan repasar y reforzar conocimientos sobre las funciones elementales (exponencial y trigonométrica), sus operaciones y transformaciones.</p>	<p>Idéntica a la Tarea 3, pero ahora considerando funciones exponenciales y trigonométricas.</p>	<p>Idénticas a las realizadas para la Tarea 3.</p>

Fuente: elaboración propia.

Con relación a las clases de la semana 2, cuyo esquema presentamos en las tablas 7 y 8, queremos destacar que esta semana se ha planificado la intervención de manera que, a partir de las respuestas proporcionadas por los alumnos a las preguntas 5 y 6, se realice un enfoque didáctico. Este enfoque no se centrará en la forma en que estos contenidos han sido previamente estudiados en *Ensino Médio*, sino que estará dirigido hacia sus futuros trabajos en ingeniería, utilizando un enfoque computacional. Se abordará la idea de funciones elementales (constante, polinómica, racional, modular, definida por partes, logarítmicas, exponenciales y trigonométricas), así como operaciones (adición, multiplicación y composición) y transformaciones (translación, reflexión, expansión y contracción) aplicadas a este tipo de funciones.

Tabla 9. Planificación para la clase 5 (tercera semana de la intervención)

Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<p><b>Clase 5:</b> Aplicar el conocimiento construido y resolver el problema propuesto, es decir: obtener de la función <math>u</math> cuya expresión algebraica <math>u(t) = 0,10e^{-0,5t} [\cos(10t - 0,05)]</math> después de cuántos ciclos la amplitud del movimiento horizontal del pórtico será el 20 % de la amplitud inicial.</p>		
<p><b>Pregunta 7:</b> Representar, en el mismo sistema cartesiano, gráficamente las funciones cuyas expresiones algebraicas están dadas por <math>y</math> .</p>	<p>Primero, para revisar, con el apoyo de Tecnologías Digitales de Información y Comunicación [TDIC], las discusiones sobre funciones exponenciales y trigonométricas. Un segundo objetivo es obtener la representación gráfica de la función para que el alumno pueda tener subsidios para responder la Pregunta 8.</p>	<p>Los obstáculos epistemológicos que se pueden enfrentar y las dificultades cognitivas que pueden enfrentar los alumnos son los mismos ya señalados en las otras actividades que demandan la construcción de representaciones gráficas. Cabe mencionar que, al trabajar con esta pregunta, los estudiantes podrán movilizar conocimientos relacionados con los siguientes aspectos: representaciones algebraicas, representaciones gráficas, dominio, imagen, ceros de funciones, período y amplitud de funciones trigonométricas, y representaciones gráficas de funciones asociadas con funciones elementales e <math>p(x) = e^{ax}</math> <math>q(x) = \cos(x)</math>. Además, al analizar la representación gráfica de <math>g</math>, posiblemente se empiece a percibir la necesidad de un factor de amortiguamiento (que, más adelante, comprenderá que está ligado al papel de la función exponencial <math>f</math>) en la expresión algebraica de <math>u</math>.</p>
<p><b>Pregunta 8:</b> ¿Cuál sería la respuesta al problema si la función no fuera el enunciado del problema, sino <math>u(t) = g(t) = \cos(10t - 0,05)</math>?</p>	<p>Mostrarle al alumno de que si la función fuera de hecho una función trigonométrica, el movimiento horizontal del pórtico nunca cesaría.</p>	<p>En esta pregunta, el estudiante puede notar que la función que describe este movimiento no puede ser periódica. En cuanto a los obstáculos epistemológicos a afrontar, destacamos especialmente el número 8 de la tabla 3. En cuanto a las dificultades cognitivas, destacamos las indicadas en la tabla 4 por los números 3, 24, 25 y 26.</p>
<p><b>Pregunta 9:</b> ¿Cómo podrían obtener la expresión algebraica de la función <math>u</math> a partir de las funciones <math>f</math> y <math>g</math>?</p>	<p>Reanudar, de forma vinculada al contexto del problema, desde un punto de vista gráfico, el producto de funciones.</p>	<p>En esta pregunta, el estudiante puede percibir que la función <math>u</math> es el producto de las funciones <math>f</math> y <math>g</math> y analizando las representaciones de estas dos funciones, debe producir un esquema de la representación gráfica de la función producto (<math>u</math>). En cuanto a los obstáculos epistemológicos, no existen otras consideraciones que las ya presentadas en las otras preguntas. A su vez, entendemos que las dificultades cognitivas que pueden constituir obstáculos en esta materia son las señaladas por los números 7, 25 y 26 de la tabla 4.</p>
<p><b>Pregunta 10:</b> ¿De lo que observaron en la pregunta 9, tiene sentido que la expresión que modela el comportamiento del desplazamiento en función del tiempo viene dada por: <math>u(t) = 0,10e^{-0,5t} [\cos(10t - 0,05)]</math>? Justifique tu respuesta.</p>	<p>Permita que los alumnos se den cuenta, a partir de la representación gráfica que construyeron en la pregunta 9, que, al contrario de lo que sucedería si <math>u = g</math>, siendo <math>u</math> el producto de <math>f</math> por <math>g</math>, a medida que crecen los valores de <math>t</math>, los valores de <math>u(t)</math> se acercan mucho a cero, es decir, el movimiento horizontal del pórtico tiende a cesar.</p>	<p>En esta pregunta, existe la posibilidad de enfrentar el obstáculo epistemológico indicado en la tabla 3 por el número 8. A su vez, el alumno puede, al resolver la pregunta, enfrentarse a obstáculos relacionados con las dificultades cognitivas señaladas por los números 4, 7, 24, 25 y 26 de la tabla 4.</p>

Tarea	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Tarea 5:</b> Investigar sobre las aplicaciones de las funciones periódicas en Física e Ingeniería y también sobre las nociones de pseudoperíodo y amplitud y sus aplicaciones en las áreas mencionadas.	Permita que los alumnos revisen o desarrollen conocimientos que serán esenciales para los temas en los que se trabajará en la próxima clase para la solución efectiva del problema del pórtico.	A través de esta tarea se pueden abordar especialmente los obstáculos epistemológicos señalados en la tabla 3 por los números 1, 8 y 16. Las dificultades cognitivas del alumno para realizar la actividad pueden ser las indicadas por los números 13, 16, 17, 25 y 26 de la tabla 4.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10. Planificación para la clase 6 (tercera semana de la intervención)**

**Clase 6:** Aplicar el conocimiento construido y resolver el problema propuesto, es decir: obtener de la función cuya expresión algebraica es  $u(t) = 0,10e^{-0,5t} [\cos(10t - 0,05)]$ , después cuántos ciclos la amplitud del movimiento horizontal del pórtico será el 20 % de la amplitud inicial (continuación).

Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<b>Pregunta 11:</b> Usando GeoGebra, grafiquen las funciones $u$ y $g$ en el mismo sistema cartesiano. Comparen las representaciones gráficas de $u$ y de $g$ , buscando similitudes y diferencias entre los comportamientos de tales funciones.	Permita que el alumno reanude la representación gráfica de la función construida en la pregunta 4 y luego, representando en el mismo sistema cartesiano también la función $g$ , pueda observar similitudes y diferencias entre dichas funciones.	En esta pregunta, esperamos que el alumno destaque, entre otros aspectos, que: el máximo y mínimo local de $u$ y de $g$ ocurren para los mismos valores de $t$ ; los ceros de estas funciones coinciden; la amplitud de la función $u$ no es constante, a diferencia de la amplitud de $g$ ; la función $g$ es periódica, mientras la función $u$ puede clasificarse como pseudoperiódica, una característica que se puede explorar más a fondo en la Pregunta 15. En cuanto a los obstáculos epistemológicos que pueden estar presentes, no tenemos más consideraciones que las ya mencionadas. Las dificultades cognitivas que pueden presentarse son las indicadas por los números 4, 7, 20, 25 y 26 de la tabla 4.
<b>Pregunta 12:</b> ¿Cuál es el comportamiento de $u$ cuando los valores de $t$ tienden al infinito?	Hay dos objetivos: reforzar al alumno que, de hecho, $u$ es un modelo matemático adecuado para el movimiento horizontal del pórtico, ya que, cuando los valores de $t$ tienden a infinito, los valores de $u$ tienden a cero, que se puede percibir mediante el análisis de la representación gráfica de $u$ ; permitir una primera discusión, de una manera muy intuitiva, sobre el concepto de límite en el infinito de una función.	A través de esta pregunta, el alumno tendrá un primer contacto, de forma intuitiva, con la noción de límite que se discutirá en las clases posteriores a esta revisión al estudio de funciones. En cuanto a los obstáculos epistemológicos explicados en la tabla 3, en esta pregunta está presente el número 8. Si bien el foco de la intervención es el concepto de función, en esta pregunta el alumno puede encontrarse con obstáculos epistemológicos también relacionados con la idea de límite, especialmente en lo que se refiere a la noción de infinito. En cuanto a las dificultades cognitivas que pueden enfrentar los estudiantes, indicamos las denotadas, en la tabla 4, por los números 4, 7, 8, 20, 24, 25 y 26.
<b>Pregunta 13:</b> Construya, con la ayuda de GeoGebra, en el mismo sistema cartesiano, las representaciones gráficas de $u$ , $f$ y $-f$ . ¿Existen valores de $t$ para los cuales $u(t) = f(t)$ ? Y valores de $t$ para los cuales $u(t) = -f(t)$ ?	Permitir al alumno percibir, en primer lugar, de forma intuitiva y sin necesariamente mencionar estos términos, que la función $u$ está limitada superiormente por la función $f$ e inferiormente por la función $-f$ .	En esta pregunta, el profesor podrá explorar ideas iniciales relacionadas con el Teorema de la Confrontación de Límite, otro objeto matemático que se trabajará mejor en las siguientes clases. Además, al solicitar que el alumno busque valores de $t$ para los cuales $u(t) = f(t)$ y aquellos para los cuales $u(t) = -f(t)$ , el profesor podrá explorar, además de la noción de intersecciones de representaciones gráficas de funciones, la resolución de ecuaciones trigonométricas en $\mathbb{R}$ . En términos de obstáculos epistemológicos, no tenemos más consideraciones que las ya hechas sobre otros temas. En cuanto a las posibles dificultades cognitivas que pueden constituir obstáculos para el alumno, destacamos las señaladas en la tabla 4 por los números 4, 7, 8, 15, 20, 25 y 26.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Segunda parte de la planificación para la clase 6 (tercera semana de la intervención)

Pregunta	Objetivo	Consideraciones Generales
<p><b>Clase 6:</b> Aplicar el conocimiento construido y resolver el problema propuesto, es decir: obtener de la función <math>u</math> cuya expresión algebraica es <math>u(t) = 0,10e^{-0,5t} [\cos(10t - 0,05)]</math>, después cuántos ciclos la amplitud del movimiento horizontal del pórtico será el 20 % de la amplitud inicial (continuación).</p>		
<p><b>Pregunta 14:</b> ¿Cuál es el significado, en el contexto del problema, para <math>u(t) &lt; 0</math>, <math>u(t) = 0</math> e <math>u(t) &gt; 0</math>?</p>	<p>Permitir al alumno establecer relaciones entre la idea matemática de estudiar el signo de una función, en este caso <math>u</math>, y el significado físico de este estudio en el contexto del problema que está siendo considerado.</p>	<p>A través de esta pregunta, los alumnos deben concluir que los valores de <math>u</math> menores que cero indican que en esos momentos en los que se asumen, el pórtico se mueve horizontalmente hacia la izquierda; valores de <math>u</math> mayores que cero indican que en aquellos momentos en que se asumen, el pórtico se mueve horizontalmente hacia la derecha y los valores de <math>u</math> iguales a cero indican que en los instantes <math>t</math> en que ocurren, el pórtico está en la posición inicial. En cuanto a los obstáculos epistemológicos, identificamos los indicados en la tabla 3 con los números 1, 3 y 8. En cuanto a las posibles dificultades cognitivas, indicamos las denotadas en la tabla 4 con los números 4, 7, 8, 15, 16, 20, 25 y 26.</p>
<p><b>Pregunta 15:</b> ¿Cómo identificar los ciclos y las amplitudes de la función <math>u</math> a partir de su representación gráfica?</p>	<p>Tenga en cuenta que, para identificar los ciclos de la función <math>u</math>, es necesario determinar los puntos de intersección entre las representaciones gráficas de las funciones <math>f</math> y <math>u</math>.</p>	<p>En esta pregunta, el alumno puede notar que la distancia entre las abscisas de dos puntos consecutivos de intersección de las representaciones gráficas de las funciones <math>f</math> y <math>u</math> será el pseudoperíodo de <math>u</math>. A su vez, las amplitudes de la función <math>u</math> serán los valores en ordenadas de los puntos de intersección entre dichas representaciones gráficas. Las consideraciones en términos de obstáculos epistemológicos y dificultades cognitivas son las mismas que se presentaron en la Pregunta 14.</p>
<p><b>Pregunta 16:</b> Respondan la pregunta: ¿La amplitud de movimiento será el 20% de la amplitud inicial después de cuántos ciclos?</p>	<p>Movilizar el conocimiento construido a través de las preguntas anteriores para responder a la pregunta principal del problema.</p>	<p>Esta pregunta requiere que el estudiante, si elige una resolución algebraica, resuelva la ecuación:</p> $u(t) = 20\% \cdot u_0$ <p>Si elige una resolución gráfica, basta con que el alumno determine la abscisa del punto de intersección de la recta <math>y = 0,02</math> con la representación gráfica de <math>f</math> y luego use el hecho de que cada ciclo dura 0,63 segundos y determina el que se solicita. Nuevamente, las consideraciones en términos de obstáculos epistemológicos y dificultades cognitivas son las mismas que las presentadas para las preguntas 14 y 15.</p>

Fuente: elaboración propia.

Respecto a esta tercera semana de intervención, presentada en las tablas 9, 10 y 11, es importante señalar que, con el fin de ayudar a los estudiantes a resolver el problema propuesto relacionado con el análisis dinámico del pórtico, se planificó una serie de preguntas auxiliares para las dos clases de esta semana. Estas preguntas, numeradas del 7 al 15, se indican en las tablas 9, 10 y 11. Fueron diseñadas con el objetivo de desencadenar discusiones con los estudiantes sobre los conceptos fundamentales necesarios para la resolución del problema. Esto les permitiría llegar indirectamente a la solución deseada, sin proporcionar respuestas directas, y les daría la oportunidad de revisar los conocimientos

que buscábamos reforzar al planificar la intervención.

## Conclusiones

La elaboración de intervenciones didácticas para la enseñanza de matemáticas en ingeniería, basadas en problemas clásicos del área, constituye una tarea sumamente desafiante para el docente. Sin embargo, en nuestra opinión, también resulta gratificante debido a su potencial para fomentar un mayor compromiso por parte de los alumnos en el aprendizaje de contenidos básicos y fundamentales para su formación. En muchos casos, especialmente durante los primeros años

de los cursos, estos contenidos parecen carecer de sentido debido a enfoques mayoritariamente desconectados de las especificidades de la ingeniería. Asimismo, en muchos casos, estos enfoques pueden convertirse en obstáculos para la progresión y permanencia de los estudiantes en la carrera a la que ingresaron, o bien representar simplemente una revisión de conceptos ya estudiados en niveles educativos anteriores.

En esta tarea, el docente se enfrenta a diversos retos que deben superarse. Uno de ellos es la selección de problemas específicos de ingeniería que sean potencialmente ricos para abordar los conceptos matemáticos pertinentes. Además, es necesario organizar la intervención considerando tanto la forma en que se abordarán estos problemas en los materiales propios de la ingeniería empleados en las instituciones donde se imparte la enseñanza, como la manera en que se prevé trabajar con un determinado contenido matemático, incluyendo las asignaturas en las que se realiza dicho trabajo y las referencias bibliográficas empleadas. También es importante abordar cuestiones de carácter histórico, especialmente en lo que respecta a los obstáculos epistemológicos vinculados al proceso de desarrollo de un objeto matemático particular. Además, se deben considerar los posibles obstáculos cognitivos que los estudiantes pueden encontrar en el aprendizaje de un cierto contenido matemático.

Otro desafío al que seguramente se enfrentarán los profesores es el hecho de que los problemas a partir de los cuales se desarrollan intervenciones como la presentada, involucran mucho contenido en las ciencias básicas y en el contexto de la ingeniería, el cual muchas veces aún no es dominado por los alumnos. Es necesario adecuar los problemas con cuidado para evitar correr el riesgo de simplificarlos demasiado, lo que podría hacerlos tan poco interesantes para el alumno como situaciones comúnmente trabajadas en clase. Por otro lado, tampoco se debe simplificarlos en absoluto, partiendo de la premisa de que presentar problemas contextualizados ya garantiza la motivación del estudiante, lo que podría hacerlos insuperables en ese momento.

En este artículo, esperamos haber mostrado el potencial de la TMCC, específicamente en su fase epistemológica, para superar los desafíos mencionados. Además, consideramos que este enfoque puede servir como un marco teórico que permita reflexiones relevantes para la reorientación de la práctica del docente que imparte matemáticas en cursos de ingeniería. El objetivo es vincular lo que se está abordando en el aula con el desempeño profesional futuro del alumno.

## Referencias

Akkoç, H. y Tall, D. (2002). The Simplicity, Complexity and Complication of the Function Concept. En A. Cockburn y E. Nardi (eds.), *Proceedings 26th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 2) (pp. 25-32). Norwich.

- Brasil. (2019). *Resolução CNE/CES n. 2/2019, de 23 de abril de 2019*. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. [www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528](http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528)
- Brendefur, J., Hughes, G. y Ely, R. (2015). A Glimpse into Secondary Students' Understanding of Functions. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 1-22. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1050470>
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2), 165-198.
- Camarena, P. y González, L. (2001). Contextualización de las series en ingeniería. *The Mexican Journal of Electromechanical Engineering*, 5(4), 201-206.
- Camarena, P. (2010). *Aportaciones de Investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería*. [http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra.\\_patricia\\_camarena\\_gallardo.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra._patricia_camarena_gallardo.pdf)
- Camarena, P. (2011). Concepción de competencias de las ciencias básicas en el nivel universitario. En A. Dipp y A. Macías (orgs.), *Competencias y educación. Miradas múltiples de una relación* (pp. 88-118). Instituto Universitario Anglo Español; Red Durango de Investigadores Educativos.
- Camarena, P. (2012). Epistemología de las impedancias complejas en ingeniería. *Revista Innovación Educativa*, 12(58), 35-54.
- Camarena, P. (2013a). A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el Contexto de las Ciencias". *Revista Innovación Educativa*, 13(62), 17-44.
- Camarena, P. (2013b). El conocimiento de las ciencias básicas en profesores de ingeniería. En A. Carrillo, H. Ontiveros y T. Ceceña (eds.), *Formación docente: un análisis desde la práctica* (pp. 212-249). Red Durango de Investigadores Educativos.
- Camarena, P. (2017). Didáctica de la matemática en contexto. *Educação Matemática Pesquisa*, 19(2), 01-26. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p1-26>
- Dubinsky, E. y Wilson, R. (2013). High School Students' Understanding of the Function Concept. *Journal of Mathematical Behavior*, 32, 83-101.
- Flemming, D. y Gonçalves, M. (2006). *Cálculo A. Funções, limites, derivação e integração*. Pearson.
- García-Quiroga, L., Vázquez-Cedeño, R. e Hinojosa-Rivera, M. (2004) Dificultades en el aprendizaje del concepto de función en estudiantes de ingeniería. *Ingenierías*, 7(24), 27-34.
- Igliori, S. (2007). Uma contribuição para o Ensino-aprendizagem de Noções de Cálculo Diferencial Integral. En M. Câmara dos Santos (ed.), *Atas do IX Encontro Nacional de Educação Matemática* (pp. 1-10). Sociedade Brasileira de Educação Matemática. [http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/ix\\_enem/Mesa/Mesa%20redondTrabalho%20individual%20Sonia%20Barbosa%20Camargo%20Igliori.doc](http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/ix_enem/Mesa/Mesa%20redondTrabalho%20individual%20Sonia%20Barbosa%20Camargo%20Igliori.doc)
- Lima, G., Bianchini, B. y Gomes, E. (2016). *Dipping: uma metodologia para o planejamento ou redirecionamento de programas de ensino de Matemática em cursos de Engenharia*. En N. Nunes de Almeida (ed.), *Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia* (pp. 1-10). Associação Brasileira de Educação em Engenharia. <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/3/anais/anais/159316.pdf>

- Lima, G., Bianchini, B. y Gomes, E. (2018). Conhecimentos docentes e o Modelo Didático da Matemática em Contexto: reflexões iniciais. *Educação Matemática Debate*, 2(4), 116-135. <http://dx.doi.org/10.24116/emd25266136v2n42018a06>
- Lima, G., Bianchini, B. y Gomes, E. (2019). Elaboração de eventos contextualizados para aulas de Cálculo Diferencial e Integral em diferentes cursos de graduação. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(2), 186-194. <http://funes.uniandes.edu.co/14086/1/Lima2019Elaboracao.pdf>
- Lima, G., Bianchini, B., Gomes, E. y Schwertl, S. (2020). O problema dos pórticos: uma intervenção didática construída para a disciplina de Cálculo Diferencial Integral. En *Anais do XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia* (pp. 1-10). Associação Brasileira de Educação em Engenharia. [http://www.abenge.org.br/sis\\_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE20&codigo=COBENGE20\\_00152\\_00003127.pdf](http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE20&codigo=COBENGE20_00152_00003127.pdf)
- López, J. y Sosa, L. (2008). Dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de funciones en estudiantes de bachillerato. En P. Leston (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22 (pp. 308-318). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Markovits, Z., Eylon, B. y Bruckheimer, M. (1994). Dificuldades dos Alunos com o Conceito de Função. En A. Sgulte y A. Coxford (orgs.), *As Ideias da Álgebra* (pp. 49-69). Atual.
- Mazzilli, C., André, J., Bucalem, M. y Cifú, S. (2016). *Lições em mecânica das estruturas: dinâmica*. Blucher.
- Oliveira, N. de. (1997). *Conceito de Função: uma abordagem do processo ensino-aprendizagem* (tesis de maestría). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11176>
- Ponte, J. (1990). O conceito de função no currículo de Matemática. *Revista Educação e Matemática*, 15, 3-9.
- Sierpiska, A. (1992). On Understanding the Notion of Function. En E. Dubinsky y G. Harel (eds.), *The Concept of Function. Aspects of Epistemology and Pedagogy* (pp. 25-58). Mathematical Association of America.
- Stewart, J. (2017). *Cálculo* (vol. 1). Cengage Learning.



## El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental



- Problem-Based Learning (PBL) as a Teaching Methodology for Environmental Pollution
- A aprendizagem baseada em problemas (ABP) como metodologia de ensino para a poluição ambiental

### Forma de citar este artículo:

Sampaio, C. y Araújo, A. (2024). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 301 - 316. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19380>

### Resumen

Este artículo de investigación tiene como objetivo presentar el aprendizaje basado en problemas (ABP) como una herramienta metodológica para demostrar y desarrollar conceptos científicos dentro de una secuencia didáctica dirigida a habilidades como la reflexión y el pensamiento crítico de los estudiantes sobre el tema de la contaminación ambiental. Considerada por varios autores como una de las metodologías activas más completas, el ABP se centra en el estudiante y su capacidad para brindarle autoconocimiento a través de su interacción con los demás. Tal metodología puede ser ejecutada a partir de fenómenos que forman parte de la vida cotidiana de los estudiantes. Esta experiencia educativa se apoyó en un estudio exploratorio descriptivo con enfoque cualitativo en el que se analizó la receptividad de un grupo de estudiantes a la presentación y resolución de una situación problema relacionada con su vida cotidiana. La investigación se llevó a cabo en Fortaleza, en el Primer Colegio de la Policía Militar de Ceará General Edgard Facó (CPMGEEF), que forma parte de la red de educación pública del Estado. La metodología se aplicó a un grupo de estudiantes de primer año de secundaria durante el primer semestre del 2022. Se realizaron estudios sobre el tema del equilibrio químico, la lectura de textos sobre la contaminación ambiental y su relación con las erupciones volcánicas del periodo Pérmico, la liberación de gases responsables del efecto invernadero y la aplicación de 2 cuestionarios. Se evidenció la importancia de aplicar el ABP

Caroline de Goes Sampaio\*   
Alexandre Fábio e Silva de Araújo\*\* 

\* Doctora en Química. Profesora del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Departamento de Química. Fortaleza, Ceará, Brasil. [carolinesampaio@ifce.edu.br](mailto:carolinesampaio@ifce.edu.br).

\*\* Magíster en Enseñanza de la Química. Profesor de la Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC/CE). Doctorando de la Rede Nordeste de Ensino (renoen) y del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, Brasil. [alexandre.fabio03@aluno.ifce.edu.br](mailto:alexandre.fabio03@aluno.ifce.edu.br).



y la contextualización como metodologías para trabajar contenidos de contaminación ambiental, ya que contribuyeron a la motivación e interés por el tema abordado. Los resultados mostraron que cuando un determinado tema se desarrolla con el protagonismo del estudiante, el aprendizaje se vuelve más placentero y atractivo. De esta manera, se puede concluir que el ABP asociado a la contextualización de contenidos constituye una metodología que favorece el aprendizaje de manera relevante, ya que fomenta la búsqueda de soluciones transdisciplinarias al trabajar con problemas cotidianos, e incentiva a los estudiantes a aprender y relacionar conocimientos de diferentes áreas.

Palabras clave

aprendizaje basado en problemas; enseñanza; contextualización; contaminación ambiental

### Abstract

This research article aims to present problem-based learning (PBL) as a methodological tool for demonstrating and developing scientific concepts within a didactic sequence aimed at fostering students' skills such as reflection and critical thinking on the topic of environmental pollution. Considered by several authors as one of the most comprehensive active methodologies, PBL focuses on the student and their ability to gain self-awareness through interaction with others. Such methodology can be executed based on phenomena that are part of students' everyday lives. This educational experience was supported by an exploratory descriptive study with a qualitative approach that analyzed the receptivity of a group of students to the presentation and resolution of a problem situation related to their daily lives. The research was conducted in Fortaleza, at the First College of the Military Police of Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), which is part of the state's public education network. The methodology was applied to a group of first-year high school students during the first semester of 2022. Studies were conducted on the topic of chemical equilibrium, reading texts about environmental pollution and its relationship with volcanic eruptions in the Permian period, the release of greenhouse gases, and the administration of two questionnaires. The importance of applying PBL and contextualization as methodologies for addressing environmental pollution content was evident, as they contributed to motivation and interest in the topic. The results showed that when a specific topic is developed with student protagonism, learning becomes more enjoyable and engaging. Thus, it can be concluded that PBL associated with content contextualization constitutes a methodology that enhances learning in a meaningful way, promoting the search for transdisciplinary solutions by working with everyday problems and motivating students to learn and relate knowledge from different areas.

Keywords

problem-based learning; teaching; contextualization; environmental pollution

### Resumo

O artigo de pesquisar tem como objetivo apresentar a aprendizagem baseada em problemas (ABP) como uma ferramenta metodológica para demonstrar e desenvolver conceitos científicos dentro de uma sequência didática voltada para habilidades como reflexão e o pensamento crítico dos estudantes sobre o tema da poluição ambiental. Considerada por vários autores como uma das metodologias ativas mais abrangentes, a ABP centra-se no aluno e em sua capacidade de adquirir autoconhecimento por meio da interação com os outros. Tal metodologia pode ser executada com base em fenômenos que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Esta experiência educacional foi apoiada por um estudo exploratório descritivo com abordagem qualitativa que analisou a receptividade de um grupo de estudantes à apresentação e resolução de uma situação-problema relacionada à sua vida diária. A pesquisa foi conduzida em Fortaleza, no Primeiro Colégio da Polícia Militar do Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), que faz parte da rede de educação pública do estado. A metodologia foi aplicada a um grupo de estudantes do primeiro ano do ensino médio durante o primeiro semestre de 2022. Foram realizados estudos sobre o tema do equilíbrio químico, leitura de textos sobre poluição ambiental e sua relação com erupções vulcânicas do período Permiano, a liberação de gases do efeito estufa e a aplicação de dois questionários.

Evidenciou-se a importância de aplicar a ABP e a contextualização como metodologias para trabalhar o conteúdo de poluição ambiental, pois contribuíram para a motivação e interesse pelo tema abordado. Os resultados mostraram que, quando um determinado tema é desenvolvido com protagonismo do aluno, a aprendizagem se torna mais prazerosa e envolvente. Assim, pode-se concluir que a ABP associada à contextualização de conteúdos constitui uma metodologia que favorece a aprendizagem relevante, pois incentiva a busca de soluções transdisciplinares ao lidar com problemas cotidianos, motivando os alunos a aprender e relacionar conhecimentos de diferentes áreas.

Palavras-chave

aprendizagem baseada em problemas; ensino; contextualização; poluição ambiental

## Introducción

La química comprende un componente que, de acuerdo con la Base Curricular Común Nacional, se incluye en la Educación Básica II y Media (Brasil, 2018). El desarrollo de esta disciplina en el aula debe hacerse de manera que despierte el protagonismo de los estudiantes y contextualice los temas a tratar, con el fin de comprender mejor los cambios sociales (Brasil, 1999). Basar la enseñanza de la química únicamente en la metodología tradicional, en la cual el docente es el protagonista y único poseedor del conocimiento, y transponerla unilateralmente, lleva a los estudiantes a memorizar los contenidos y a un proceso de aprendizaje sin sentido (Narciso Jr. y Jordão, 2005) que construye un ciclo nocivo provocado por la escasa formación de la mayoría de los docentes en el uso de nuevas metodologías en sus prácticas pedagógicas.

Las metodologías activas son entendidas como un conjunto procedimental de enseñanza cuyo objetivo es presentar diversas formas de aprendizaje para desarrollar en el aula, brindando condiciones para que los estudiantes tengan un mayor protagonismo en su aprendizaje (Camargo y Daros, 2018). El uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la contextualización de contenidos no destruyen las competencias y habilidades relevantes para resolver problemas de química tradicional, especialmente si estos están relacionados con el

uso del conocimiento científico y no solo con el desarrollo de cálculos y ecuaciones (Chassot, 1995; Camargo y Daros, 2018).

La aplicación de metodologías activas durante las clases pretende despertar el protagonismo de los estudiantes, así como sembrar la cultura de la investigación en el ámbito escolar (Munhoz, 2018). Las prácticas pedagógicas desarrolladas con este sesgo, en disciplinas como la química, son de suma importancia (Schnetzler y Santos, 2003). En cuanto al equilibrio químico y la contaminación ambiental, los estudios revelan que las clases se desarrollan con un sesgo más conservador, con una práctica expositiva y sin tener en cuenta los conocimientos previos y la vida cotidiana de los estudiantes (Garriz y Raviolo, 2008; Campelo *et al.*, 2020), haciendo que la enseñanza de este tema sea una tarea aburrida y de poco interés por parte de los estudiantes. El objetivo de esta experiencia educativa fue presentar el aprendizaje basado en problemas asociado a la contextualización de contenidos como recurso metodológico para la presentación y desarrollo de conceptos científicos sobre contaminación ambiental. Específicamente, se planteó un problema, en diferentes situaciones temporales, que involucraba un tema relevante para la vida cotidiana de los estudiantes. El protagonismo de los estudiantes para intentar solucionar el problema planteado hizo más dinámico y didáctico el proceso de enseñanza.

## Fundamentación de la experiencia

### Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de química

Las metodologías activas consisten en un conjunto de prácticas pedagógicas destinadas a animar a los estudiantes a desempeñar un papel protagonista en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Moran, 2018). Este enfoque de enseñanza se ha difundido cada vez más en las escuelas y universidades de Brasil, con el objetivo de hacer más efectivo el aprendizaje. El objetivo principal de estas metodologías es incentivar a los estudiantes a abandonar la pasividad durante las clases. En este sentido, el aprendizaje basado en problemas (ABP) surge como uno de los enfoques más interesantes en el desarrollo de las prácticas pedagógicas (Moran, 2018). El ABP consiste en una metodología activa que utiliza situaciones problemáticas cotidianas durante las clases para desarrollar los temas a estudiar. En esta línea, Ribeiro (2019) sostiene:

Es esencialmente una metodología de enseñanza-aprendizaje caracterizada por el uso de problemas de la vida real para estimular el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas y la adquisición de conceptos fundamentales en el área de conocimiento en cuestión. (p. 13)

La ABP forma parte de una amplia gama de metodologías activas que buscan el protagonismo del estudiante; aunque comparte similitudes con muchas de ellas, tiene características propias que la distinguen de las demás. Según señala Ribeiro (2019), el

ABP se define como una metodología de enseñanza-aprendizaje en la que se utiliza un problema para iniciar, dirigir, motivar y enfocar el aprendizaje [...]. Esta es la principal característica del ABP y lo que lo diferencia de otras formas de aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo y centrado en el estudiante. Otra característica importante del ABP es el hecho de que contempla el trabajo de pequeños grupos de estudiantes facilitados por tutores [...]. Hadgraft y Prpic hacen uso de cinco elementos que consideran esenciales para el ABP (es decir, establecimiento de problemas, capacidad de integración de problemas conceptos de diversas disciplinas, el trabajo en grupo, la existencia de un proceso formal de resolución de problemas y el estudio independiente del alumno) tanto para ayudar a los docentes a diagnosticar sus metodologías de enseñanza-aprendizaje como para servirles de guía para lograr un modelo ideal de ABP. (p. 18)

En el centro de las dificultades presentadas por los estudiantes en el transcurso de la praxis pedagógica, Rohlfs *et al.* (2015) afirman: “Una de las grandes dificultades relacionadas con la enseñanza de la Química es el hecho de que los contenidos se abordan de forma mecanizada y aislada, haciendo que los contenidos sean difíciles y abstractos desde la perspectiva del estudiante” (p. 1).

En este sentido, el uso del aprendizaje basado en problemas contrarresta estos obstáculos, ya que busca convertir al estudiante en protagonista del proceso, además de contextualizar los contenidos abordados. En esta línea, Silva y Bottechia (2016) reconocen algunos aspectos esenciales del ABP:

Es una propuesta en la que el aprendizaje se produce mediante la resolución de problemas con pequeños grupos de alumnos monitorizados en mediación. Los problemas en PBL son abiertos y permiten el aprendizaje contextualizado del contenido científico. De esta forma, el ABP puede contribuir a la enseñanza de la química en la educación básica. (p. 2)

Finalmente, inspirados por el texto de Stuani (2022), podemos destacar que, si bien la idea del protagonismo estudiantil ya estaba vigente en las metodologías originadas en la nueva escuela —corriente de resignificación de la enseñanza que alcanzó su punto máximo en Europa, América y Brasil a mediados del siglo xx—, lo que se vuelve a demostrar es que las prácticas pedagógicas y sus entornos de aprendizaje ya no están bajo el control unilateral de los educadores. Surge así la necesidad de que los docentes aprendan a desempeñar un papel múltiple en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Respecto a esta premisa, Silva (2009) analiza:

Los docentes están asumiendo múltiples roles, debido a la naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En este sentido, el docente necesita actuar como una especie de asesor, capaz de presentar caminos, realizar mediaciones pedagógicas, reorientar el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje. (p. 1)

En este sentido, según Lévy (1999), el papel primordial del docente no puede ser la simple difusión del conocimiento; su competencia debe converger en fomentar el aprendizaje basado en el pensamiento crítico y el protagonismo de los estudiantes.

## Contextualización del contenido en química

La contextualización de los contenidos durante el proceso de enseñanza es un aspecto pedagógico iniciado a partir de la reformulación curricular de la educación básica, de acuerdo con la Ley de Directrices y Bases de la Educación (LDB-9.394/97), que orienta el estudio de las ciencias hacia el contexto cotidiano del estudiante. Este enfoque también se apoya en los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN), los cuales promueven la enseñanza de la química a partir de su relación con diversas situaciones cotidianas. Las leyes de directrices y bases de la educación orientan la enseñanza de la química con el propósito de conducir a los estudiantes hacia un conocimiento científico que los inserte socialmente mediante una praxis pedagógica capaz de dar significado a los temas desarrollados en el aula. Según el documento,

es importante presentar al estudiante hechos concretos, observables y medibles, ya que los conceptos que el estudiante trae al aula provienen principalmente de su lectura del mundo macroscópico. (PCNEM, 2009, p. 33)

Sin embargo, se debe considerar que además de contextualizar los contenidos, es necesario estudiar los conceptos formales y técnicos de la disciplina para tener un conocimiento más amplio de la química.

## Sistematización y análisis de la experiencia

### Tipo de estudio

Fue una experiencia educativa respaldada en un estudio exploratorio descriptivo, de naturaleza cualitativa. La elección de una investigación descriptiva se fundamentó en Vergara (2000), quien señala que este tipo de investigación muestra los atributos de una población al correlacionar variables y explicar su naturaleza sin la obligación de explicar los fenómenos descritos, aunque puede servir como base para tal explicación. Según Gil (2010),

la investigación exploratoria tiene como objetivo proporcionar una mayor familiaridad con el problema, a fin de hacerlo más explícito o construir hipótesis [...]. La investigación descriptiva tiene como objetivo primordial la descripción de las características de una determinada población o fenómeno, luego, el establecimiento de relaciones entre variables [...]. Una de sus características más significativas es el uso de técnicas estandarizadas para la recolección de datos, tales como el cuestionario y la observación sistemática. (p. 42)

Así, con base en lo anterior, se optó por la investigación descriptiva-exploratoria para desarrollar esta experiencia educativa, ya que sus parámetros se ajustan a la realidad del lugar y del público destinatario.

### Localización de la investigación y su público objetivo

La investigación se llevó a cabo en Fortaleza, específicamente en el Primer Colegio de la Policía Militar de Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), que forma parte de la red de educación pública del estado. La experiencia se realizó con estudiantes de primer año de bachillerato durante el primer semestre del 2022. El estudio se implementó en la clase de la materia electiva Prácticas de Laboratorio en Química, con un grupo de 20 estudiantes del turno matutino. Esta disciplina forma parte del marco diversificado de ejes disciplinares del CPMGEF y articula los elementos de la Base Curricular Común Nacional (BNCC, 2018), con el objetivo de explorar los conocimientos previos de los estudiantes y su aplicación práctica. El enfoque de este curso electivo es promover el desarrollo intelectual de los estudiantes de manera interdisciplinaria, mediante una práctica pedagógica atractiva, creativa e innovadora.

### Situación problema abordada

Se realizaron búsquedas bibliográficas con el fin de investigar los enfoques cotidianos de los conceptos químicos enumerados en el plan de estudios del primer año de la escuela secundaria, de acuerdo con los enfoques de la Base Nacional Común Curricular (BNCC). Después de un extenso análisis, se eligió un artículo sobre las consecuencias de la acidificación de los océanos debido a la

acción volcánica en el periodo Pérmico, y se realizaron comparaciones de este fenómeno con las tasas actuales de CO<sub>2</sub> vertido en la tierra, lo que provoca cambios marcados en el pH de los océanos.

### Selección del artículo utilizado

Para esta experiencia educativa, se seleccionó el artículo “La acidificación de los océanos exterminó la vida marina” (Oliveto, 2015), presente en el capítulo VII del libro de texto *Ser protagonista* (vol. 2) (Bezerra *et al.*, 2016), que es utilizado por los estudiantes de primer año de secundaria de la escuela donde se realizó la investigación. El artículo trata sobre cómo la actividad volcánica del periodo Pérmico influyó en la extinción de parte de la vida terrestre.

La actividad volcánica afectó los mares hace 252 millones de años, causando la mayor extinción masiva en la historia de la Tierra, según muestra un estudio. El descubrimiento alerta a la actualidad, pues el calentamiento global ha generado un efecto similar en el agua. Un planeta rico en biodiversidad, pero que ve amenazadas sus especies por la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Así es la Tierra ahora [...]. En ese momento, una perturbación ecológica, la erupción de un volcán masivo, puso fin a casi toda la vida existente. Desde el siglo pasado, la actividad industrial ha elevado en exceso los niveles de dióxido de carbono. (Oliveto, 2015, p. 01)

Debido a la alta emisión de monóxido y dióxido de carbono durante dichas erupciones, se produjo una acidificación paulatina de los océanos, lo que provocó una drástica reducción de la vida marina: “El mar se volvió más ácido durante mucho tiempo, alrededor de 10 000 años”, informa el científico. Este establece un paralelismo entre la prehistoria mencionada y la actualidad, al reforzar que,

desde el inicio de la revolución industrial, las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero han ido creciendo paulatinamente. Por lo tanto, debemos permanecer alerta para evitar una nueva fase de extinción de especies.

El descubrimiento sirve como advertencia [...]. Actualmente, la tasa anual de CO<sub>2</sub> vertido en la Tierra es de 10 gigatoneladas por año. Durante los últimos dos siglos, se han registrado cambios marcados en el pH de los océanos. Según un informe de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), durante este periodo, la acidez ya es un 26 % más alta. (Oliveto, 2015, p. 3)

Así, al tratarse de un artículo presente en los libros de texto de los estudiantes, es de fácil acceso y comprensión, y aborda un tema estudiado por ellos en esa disciplina. Estas características culminaron en su elección para el desarrollo del presente estudio.

### Metodología de evaluación

Para la realización de la práctica, la clase se dividió en 4 grupos de 5 alumnos, siguiendo los principios que sustentan el aprendizaje basado en problemas. Según Lopes *et al.* (2019),

el ABP es una estrategia de instrucción que se organiza en torno a la investigación de problemas del mundo real. Estudiantes y docentes se involucran en analizar, comprender y proponer soluciones a situaciones cuidadosamente diseñadas para garantizar al alumno la adquisición de ciertas competencias previstas en el currículo escolar. Las situaciones son, en realidad, escenarios que involucran a los estudiantes con hechos de su vida cotidiana, tanto en la escuela como en el hogar o en su ciudad. (p. 49)

Según los autores, la aplicación del ABP se puede dividir en tres momentos diferentes. Primer momento: formulación y análisis del problema (identificación de los hechos, generación de hipótesis, identificación de deficiencias). Segundo momento: estudio autodirigido (definición de estrategias, búsqueda de nueva información). Tercer momento: discusión y evaluación, conclusión.

A partir de esta dirección, se enumeraron los siguientes puntos para la formulación de la secuencia didáctica y sus momentos pedagógicos (Delizoicov *et al.*, 2011). Estos se desarrollaron a lo largo de tres semanas, con dos clases hermanadas de 50 minutos cada una.

*Primer momento:* con el objetivo de presentar la metodología y el texto que se utilizará durante las clases.

1. Presentación de la ABP.
2. Lectura del artículo por cada grupo.
3. Lectura y explicación del artículo para toda la clase, a cargo del profesor.

*Segundo momento:* el objetivo fue instigar a los estudiantes a discutir el texto entre ellos y, de esta manera, presentar sus conocimientos previos relacionados con el tema.

1. Discusión con la clase sobre posibles temas de química para abordar en el texto.
2. Discusión en cada grupo para resolver el Cuestionario I.

*Tercer momento:* culminó con un debate sobre el tema tratado, tomando como guía las respuestas de los estudiantes al Cuestionario I.

1. Comparación y discusión de las respuestas al Cuestionario I dadas por cada grupo.
2. Culminación por parte del docente para aclarar dudas persistentes.
3. Resolución del Cuestionario II sobre la metodología aplicada.

Lopes (2019) describe el desarrollo del ABP como un aprendizaje que se da a través de la estimulación de conocimientos preexistentes, los cuales son compartidos en grupos y orientan los momentos de estudio.

El debate planteado confronta los nuevos conocimientos, obtenidos individualmente, con las ideas de los demás miembros del grupo. Evaluar y decidir los mejores caminos son tareas colectivas y, al final, el conocimiento se comparte con todos. Los ciclos de estudio independiente y los momentos colectivos de discusión y evaluación motivan a los estudiantes y crean un ambiente crítico, conduciendo al grupo hacia soluciones más profundas y razonadas. (p. 52)

Al final de la aplicación del ABP, se utilizaron dos cuestionarios con el fin de evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre el tema abordado. De acuerdo con Andrade *et al.* (2017), la evaluación es de suma importancia

en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que presenta desafíos para los docentes al alejarse de la práctica tradicional de evaluación y llevar a los estudiantes a ejercer su criticidad y autonomía. En palabras de Lopes (2019),

las destrezas y habilidades evaluadas por el docente son evaluaciones de desempeño, en las que se analizan prácticas de cooperación, comunicación, trabajo en equipo, además de la competencia de cada individuo y grupo para responder, manejar y resolver situaciones-problema presentado. (p. 65)

Según Almeida (2021), el contexto educativo contemporáneo avanza hacia que el estudiante se convierta en protagonista de su propio desarrollo; sin embargo, aún es necesario que las instituciones educativas se enfoquen en la evolución de las habilidades y destrezas de los estudiantes. Con base en el contexto transpuesto en la BNCC (2018), entendemos la competencia como la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones correctamente, ya que la habilidad está relacionada con el dominio para llevar a cabo alguna actividad. En este sentido, los cuestionarios evaluativos están dirigidos a:

### Cuestionario I

1. Según el texto, los científicos han identificado indicios de que la actividad volcánica ocurrida hace millones de años habría provocado un aumento de la temperatura global y la acidificación de los océanos. Explica la relación entre la actividad volcánica y las consecuencias señaladas en el texto.
2. Igualar el proceso de disolución del dióxido de carbono en agua y explicar

la influencia de este proceso en el pH del agua de mar.

3. ¿Por qué el autor hace una alerta sobre la situación actual de la tierra y relaciona nuestro presente con las actividades volcánicas que ocurrieron hace 252 millones de años?

Con el fin de evaluar la aplicación del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la química para el abordaje del tema “contaminación ambiental”, se propuso un segundo cuestionario.

### Cuestionario II

1. Para usted, ¿la problematización del contenido ayudó a comprender con mayor facilidad el tema abordado?
2. ¿La problematización despertó su interés en la clase?
3. ¿Le ayudó el cuestionamiento a darse cuenta de la importancia de este tema en su vida?
4. ¿Le gustaría que las clases de otras disciplinas se desarrollen abordando la problematización de los temas a estudiar?

### Resultados de búsqueda

#### Respuestas al Cuestionario I

A continuación, se presentan las respuestas de los grupos de estudiantes (grupo 01 a grupo 04) al Cuestionario I. Dichas respuestas han sido compiladas y organizadas en tablas para facilitar la comprensión y percepción del lector.

En las tablas 1 a 3 se exponen los resultados obtenidos para cada pregunta del cuestionario:

**Tabla 1. Respuestas grupales a la pregunta 1 del Cuestionario I**

Según el texto, los científicos han identificado indicios de que la actividad volcánica que ocurrió hace millones de años habría provocado un aumento de la temperatura global y la acidificación de los océanos. Explica la relación entre la actividad volcánica y las consecuencias señaladas en el texto.

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	La actividad volcánica provocó una mayor concentración de CO <sub>2</sub> , que se disolvió en el agua de mar y generó una mayor acidez y por ende una mayor mortalidad de la vida marina
GRUPO 02	Las acciones volcánicas en el periodo Pérmico provocaron un aumento significativo en la concentración de dióxido de carbono atmosférico. Este gas, al disolverse en agua de mar y lluvia, produjo ácido carbónico en grandes cantidades, lo que generó un ambiente inadecuado para la permanencia, desarrollo y evolución de la mayor parte de la vida marina.
GRUPO 03	Las erupciones volcánicas expulsaron mucho CO <sub>2</sub> , lo que formó una gran cantidad de ácido en el agua que dificultó el desarrollo y acabó con la vida de una gran cantidad de animales marinos en su momento.
GRUPO 04	El CO <sub>2</sub> liberado en las erupciones se disuelve en las aguas de los mares y océanos formando un ácido. La gran cantidad de este ácido en el agua de mar dificulta que la vida marina sobreviva y evolucione, razón por la cual muchos animales y plantas se extinguieron.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2. Respuestas grupales a la pregunta 2 del Cuestionario I**

Igual el proceso de disolución del dióxido de carbono en agua y explique la influencia de este proceso en el pH del agua de mar.

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3$ La presencia de ácido altera el pH del agua de mar a mayor acidez, y perjudica a la fauna y flora marina.
GRUPO 02	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ La disolución de CO <sub>2</sub> en el agua provoca una mayor concentración de iones H <sup>+</sup> (cationes) que bajan el valor del pH. Esto genera una mayor acidez en el agua de mar e interfiere con la vida marina y la biodiversidad.
GRUPO 03	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3$ El dióxido de carbono en el agua genera ácido carbónico que es dañino para el mar debido a su acidez.
GRUPO 04	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$ Los iones H <sup>+</sup> formados intensifican la acidez e interfieren en el equilibrio marino, por ejemplo, afectando la constitución de los arrecifes de coral y las conchas de los animales de aguas profundas.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3. Respuestas grupales a la pregunta 3 del Cuestionario I**

¿Por qué el autor hace una alerta sobre la situación actual de la tierra y relaciona nuestro presente con las actividades volcánicas que ocurrieron hace 252 millones de años?

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Porque nuestra sociedad ha utilizado muchos combustibles y máquinas que expulsan mucho CO <sub>2</sub> , lo que puede provocar una gran formación de ácidos que pueden causar los mismos daños que ocurrieron hace millones de años.
GRUPO 02	Porque desde el advenimiento de la revolución industrial, nuestra sociedad ha hecho un uso cada vez mayor de los combustibles fósiles, que en su combustión liberan grandes cantidades de C, CO y CO <sub>2</sub> . Dichas sustancias, al disolverse en las aguas de los océanos, mares, ríos, lagos y lagunas, intensifican la acidez y causan daños a la fauna y flora terrestre. Estos combustibles y las chimeneas de las industrias y fábricas también desprenden nitrógeno y azufre que, junto con los gases de carbono, forman el grupo de los gases de efecto invernadero que aumentan la temperatura de la tierra y provocan los diversos efectos nocivos del efecto invernadero y la lluvia ácida que, además de afectar la naturaleza, dañan monumentos, esculturas, casas, etc.

Grupos	Respuestas
GRUPO 03	Hoy en día también tenemos mucha eliminación de CO <sub>2</sub> por parte de los automóviles y las fábricas. Si no se toman medidas, el clima colapsará y es posible que tengamos la extinción de formas de vida como en el pasado.
GRUPO 04	Porque el desarrollo humano ha traído consigo un mayor uso de automóviles, maquinarias, industrias y fábricas que liberan CO <sub>2</sub> y otros gases a la atmósfera y esto puede provocar mayor acidez en el ambiente y perjudicar las formas de vida actuales y futuras.

Fuente: elaboración propia

## Respuestas al Cuestionario II

A continuación, se enumeran las respuestas de los grupos de estudiantes (grupo 01 a grupo 04) al Cuestionario II. Las respuestas han sido recopiladas y organizadas en tablas para facilitar la comprensión del lector.

En las tablas 4 a 7 se exponen los resultados obtenidos para cada pregunta del cuestionario.

**Tabla 4. Respuestas grupales a la pregunta 1 del Cuestionario II**

¿Para usted, la problematización del contenido ayudó a comprender con mayor facilidad el tema abordado?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí. La discusión en grupo nos hace más dispuestos a hablar, a expresar nuestra opinión sin tener demasiado miedo a equivocarnos.
GRUPO 02	Sí, porque de esta forma podemos intercambiar información, discutir en grupo y con el profesor y sacar nuestras conclusiones. Y a veces la duda de otro grupo también puede ser nuestra duda y ponerla en discusión nos ayuda a aprender más porque cuando explicamos algo también estamos aprendiendo.
GRUPO 03	¡Sí, definitivamente!
GRUPO 04	¡Sí, claro! Durante la discusión, a veces dijimos cosas que ni siquiera recordábamos que sabíamos. Es genial recordar y usar lo que hemos aprendido.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5. Respuestas grupales a la pregunta 2 del Cuestionario II**

¿La problematización despertó mayor interés en la clase?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Eso sí. La clase fue más animada y llamativa.
GRUPO 02	Sí, porque teníamos más interacción con nuestros amigos y con el profesor. Vimos el tema en un enfoque más práctico, en algo de nuestra vida y de importancia para las generaciones futuras.
GRUPO 03	¡Sí, mucho!
GRUPO 04	¡Muy! Clases como esta son menos aburridas y más fáciles de seguir y ver la utilidad de las materias que estudiamos.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6. Respuestas grupales a la pregunta 3 del Cuestionario II**

¿Le ayudó el cuestionamiento a darse cuenta de la importancia de este tema en su vida?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí, porque discutimos y analizamos el tema más intensamente y vimos cuán importante es para nuestra vida y para la vida de las generaciones futuras.
GRUPO 02	Sí. Discutir el tema con otros compañeros y analizar las diferentes formas de pensar sobre él nos hizo darnos cuenta de su importancia y presencia en nuestras vidas.
GRUPO 03	¡Sí, bastante!
GRUPO 04	Sí, mucho, porque a veces no nos damos cuenta de que cosas así nos pasan desapercibidas, a veces no nos damos cuenta de que la contaminación de las fábricas e industrias que están lejos nos afecta. La contaminación por CO <sub>2</sub> no está solo en los automóviles, hay muchas otras fuentes de emisiones.

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Respuestas grupales a la pregunta 4 del Cuestionario II

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí. Estaría muy bien porque podríamos discutir asuntos y aclarar dudas entre nosotros sin tener vergüenza de equivocarnos y sin tener la presión de tener que acertar siempre.
GRUPO 02	Sí. Abordar los temas de esta manera nos desafía a discutir, investigar, buscar formas de entender y explicar lo que estamos estudiando. Y a la hora de las discusiones estamos aprendiendo y al mismo tiempo enseñando. Esta es una excelente manera para que los maestros rompan con la monotonía del marcador y la pizarra.
GRUPO 03	Sí. ¡Sería muy bueno!
GRUPO 04	Sí. Esta es una buena manera de recordar las cosas que ya hemos estudiado y cómo estas cosas tienen que ver con lo que experimentamos a diario.

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

El ABP se caracteriza por ser una metodología orientada hacia el aprendizaje de conocimientos a través de la resolución de situaciones problemáticas. En palabras de Noemí (2019),

el enfoque basado en problemas tiene como principal objetivo fusionar algunos de los principios básicos de la educación, es decir, la teoría y la práctica. Aquí se pretende que el aprendizaje sea más dinámico y simultáneo, haciendo que el estudiante tenga las bases teóricas y las pruebe al mismo tiempo. ABP hace que los estudiantes se involucren mucho más, especialmente al dar paso a otros métodos de enseñanza que difieren mucho de la educación rígida de las aulas tradicionales. Esto capta el interés de la clase y, al mismo tiempo, les ayuda a desarrollar sus conocimientos de manera más integral. El pilar principal del ABP es, por tanto, la organización de la propuesta pedagógica en torno a la resolución de problemas y no con la separación de disciplinas a la que estamos acostumbrados. Además, existe una preocupación por el acto de enseñar teoría y hacer que la clase aplique los contenidos vistos de manera inmediata, fijando los aprendizajes y profundizando en los conceptos. (p. 1)

A partir de la implementación del ABP durante el transcurso de tres semanas de clases, se evidencia que la contextualización y la posterior problematización del tema de la contaminación ambiental constituyeron un conjunto de crucial importancia en el proceso de enseñanza de esta asignatura. Una vez que los estudiantes fueron instigados a discutir y desarrollar la capacidad de buscar respuestas a las preguntas problematizadoras abordadas, se convirtieron en protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje. La enseñanza basada en el uso de problemas contribuyó a una clase más dinámica y favoreció la motivación y el interés por los temas y por la disciplina en general.

## Percepción de los estudiantes sobre los aspectos químicos del problema planteado en el ABP

El Cuestionario I plantea preguntas más formales sobre la acidificación del agua de mar y la contaminación causada por el exceso de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Los resultados señalan una mayor percepción y capacidad de abstracción de los estudiantes en relación con el tema abordado. En todos los grupos de estudiantes se estableció una buena relación entre los gases expulsados durante las erupciones volcánicas y la disminución de la vida marina provocada por la disolución de estos gases en el agua. En este mismo cuestionario, los grupos no solo identificaron correctamente el proceso químico en cuestión, sino que también explicaron cómo se relaciona este proceso con el pH y la acidificación de los mares. La tercera y última pregunta pide a los estudiantes que se den cuenta de una correlación importante entre un evento ocurrido hace millones de años y nuestra vida actual. En este sentido, los grupos son capaces de describir con maestría los impactos provocados por el desarrollo industrial, que culminan en una importante concentración de gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera.

El análisis de estos resultados corrobora que el uso de metodologías contextualizadoras favorece una participación más intensa de los estudiantes y los acerca a las discusiones sobre los temas abordados. También evidencia que enseñar ciencia sin considerar la contextualización y problematización de los contenidos puede resultar en un probable rechazo por parte de los estudiantes, lo que dificulta todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos.

## Percepción de los estudiantes sobre el ABP

Al analizar las respuestas, los estudiantes pueden observar un mejor desarrollo y comprensión de los contenidos tratados, así como una mayor claridad respecto a la presencia e importancia de dichos contenidos en su vida diaria cuando se cuestiona y contextualiza el tema. Además, demuestran una mayor capacidad para representar adecuadamente reacciones químicas y ecuaciones relacionadas con el tema estudiado. Todos los grupos destacaron la problematización y los debates como facilitadores en el proceso de asimilación de contenidos.

De los 5 grupos, todos informaron de una intensificación del interés por la clase tras la aplicación de la metodología, y la problematización fue unánime como factor relevante para percibir la importancia de la asignatura con mayor entusiasmo. En cuanto a la praxis pedagógica, los grupos de alumnos muestran una clara predilección por la contextualización y problematización de los contenidos, ya que de esta forma se facilita la correlación entre la ciencia tratada en el aula y la vida cotidiana.

## Consideraciones finales

Durante la aplicación del ABP y el análisis de los datos obtenidos en esta experiencia educativa, se constató un mayor interés por parte de los estudiantes a partir de la discusión sobre un problema relacionado con la vida cotidiana. Esta observación se fundamentó en el protagonismo de los grupos durante su participación en las discusiones y en la búsqueda de explicaciones a las preguntas planteadas sobre el texto trabajado en la secuencia didáctica, que se dividió en tres momentos:

En el primero, se evidenció una mayor interacción de los estudiantes y un mayor interés por la lectura y la metodología ABP. En el segundo, a través de los argumentos relacionados con la contaminación ambiental, fue posible interactuar con los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema y utilizarlos como puntos de anclaje en el descubrimiento de nuevos conocimientos. En el último encuentro, la problematización del tema alcanzó su punto álgido a través del debate y la comparación entre las respuestas de los grupos. A partir de este tercer momento pedagógico, se espera que los estudiantes sean capaces de establecer asociaciones entre los conceptos estudiados con nuevos temas y problemas que puedan surgir, ya sea en el ámbito escolar o en otras situaciones de la vida cotidiana.

Conforme a las lecturas que sustentaron esta práctica educativa, los estudiantes se mostraron entusiasmados con la búsqueda del conocimiento, desarrollando protagonismo en la investigación y la argumentación.

En esta práctica pedagógica, el enfoque ABP se organizó con los objetivos de apoyar a los estudiantes en la construcción de una base de conocimientos, mejorar la independencia y las habilidades de resolución de problemas, estudiar de manera colaborativa y motivar el aprendizaje.

La situación más cercana al alumno y la que facilita la atribución de sentido y trascendencia a los sujetos del proceso de enseñanza es su vida cotidiana, dado que el alumno, como ser social, se sitúa en un entorno regido por la ciencia y el desarrollo tecnológico.

La práctica pedagógica desarrollada culminó en una estrategia motivadora que favoreció un proceso de enseñanza innovador para los estudiantes que, en ocasiones, se inhiben para desarrollar un papel protagónico y discutir los temas abordados.

El proceso de enseñanza-aprendizaje es complejo y está en constante cambio, relacionado con los más diversos saberes, lejos de ser simple. Por tanto, resulta fundamental consolidar la práctica pedagógica en química realizada con el objetivo de agudizar el interés por los más diversos temas, aunque estos puedan parecer ajenos a la vida cotidiana de los estudiantes.

Así, la contextualización y problematización de contenidos son herramientas metodológicas esenciales para el desarrollo y consolidación de conceptos y pueden ser bien utilizadas en prácticas pedagógicas relacionadas con temas sobre la contaminación ambiental.

## Referencias

- Almeida, C. (2021). *Habilidades e competências: como avaliar?* <https://profse-ducacao.com.br/artigos/habilidades-e-competencias-como-avaliar-em-tempos-de-pandemia/>
- Andrade, M. da S., Faustino, C. y Mendes, M. (2017) *Aprendizagem baseada em problemas: uma proposta de avaliação em cursos de nível superior e médio* (ponencia).

23. <sup>□</sup> Congresso Internacional de Educação a Distância. Metodologias Ativas e Tecnologias Aplicadas a Educação, CIAED, ABED.
- Bezerra, L., Lisboa, J., Bruni, A., Nery, A., Liegel, R. y Aoki, V. (2016). *Ser protagonista* (3.º ed.). SM.
- Brasil. (1997). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, LDB. 9394/1997. Brasil. Resolução CNE/CEB n.º 3/2018, Art. 7, § 2.º
- Brasil. (1999). *Decreto n.º 3276, de 06 de dezembro de 1999*. Regulamenta no âmbito federal, dispositivos da Lei n.º 9394 de 20 de dezembro de 1996, que dispõe sobre a formação em nível superior de professores para atuar na educação básica, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, 07 dez. 1999.
- Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF, 07 dez 1999. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Ministério da Educação.
- Camargo, F. y Daros, T. (2018) *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Penso.
- Chassot, A. (1995). *Catalisando transformações na educação* (3.º ed.). Unijuí.
- Delizoicov, D., Angotti, J. y Pernambuco, M. (2011) *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. Cortez.
- Garriz, A. y Raviolo, A. (2008). Analogias no ensino do equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 27, 13-25.
- Gil, A. (2010). *Como elaborar projeto de pesquisa* (5.º ed.). Atlas.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. Ed 34.
- Lopes, R., Filho, M. y Alves, N. (2019). *Aprendizagem baseada em problemas. Fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores*. Publiki.
- Mendonça, S. y Silva, T. da S. (2019). *Dificuldades de aprendizagem no ensino de estequiometria: algumas reflexões* (ponencia). Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, CONAPESC.
- Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso.
- Munhoz, A. (2018). *Aprendizagem baseada em problemas. Ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem*. Cengage.
- Narciso Jr, J. y Jordão, M. (2005). *Química. Projeto escola e cidadania para todos*. Do Brasil.
- Noemi, D. (2022). *Metodologias inovadoras: entenda o que é a aprendizagem baseada em problemas*. <https://escolasdisruptivas.com.br/metodologias-inovadoras/entenda-o-que-e-a-aprendizagem-baseada-em-problemas/#:~:text=A%20ABP%20faz%20com%20que,conhecimentos%20de%20forma%20mais%20abrangente>
- Oliveto, P. (21 de abril del 2015). Acidificação dos oceanos exterminou vida marinha. *Estado de Minas*. [https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2015/04/21/interna\\_tecnologia,639583/acidificacao-dos-oceanos-exterminou-vida-marinha.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2015/04/21/interna_tecnologia,639583/acidificacao-dos-oceanos-exterminou-vida-marinha.shtml)
- Pereira, R. de L. y Silva, A. (2014). *Crítica a metodologia tradicional expositiva*. Realize Editora.
- Pontes, A. (2008). *O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação* (ponencia). Encontro Nacional de Ensino de Química, Anais Belém, UEP.

- Ribeiro, L. de C. (2018). *Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino superior*. Edufscar.
- Rodrigues-Silva, T., Rodrigues da Silva, B., Bacelar-Costa, E. y Memória-Campelo, S. (2020). Ensino e aprendizagem sobre poluição ambiental com enfoque CTS: Possibilidades para uma Educação Ambiental. *Revista Educação Básica*, 5(1), 67-86.
- Rohlfes, A., Kroth, A., Foesch, H. y Baccar, N. de M. (2015). *Ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos* (ponencia). Seminário Institucional PIBID-UNISC, Anais. Santa Cruz do Sul.
- Schnetzler, R. y Santos. W. (2003). *Educação em química: Compromisso com a cidadania* (3.ª ed.). Unijuí.
- Silva, I. (2009). *Múltiplos papeis dos professores na educação a distância e práticas de letramento digital*. <http://www2.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/252009084314.pdf>
- Silva, M. de S. y Bottechia, J. de A. (2016). Abordagem baseada em problemas na química: uma experiência extensionista na UEG-Formosa. *Revista UFG*, 16(18), 55-68.
- Stuani, P. (21 de enero del 2022). Facilitação em metodologias ativas: o que é, qual a sua importância e como fazer? *Alura*. <https://www.alura.com.br/artigos/facilitacao-metodologias-ativas-o-que-e-sua-importancia-como-fazer>.
- Vergara, S. (2000). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração* (3.ª ed.). Atlas.
- Wartha, E., Silva, E. y Bejarano, N. (2013). Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, 2, 84-91.



## Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar (PRAE): una experiencia pedagógica


- Methodological Proposal for the Participatory and Community-Based Formulation of a School Environmental Project (PRAE): A Pedagogical Experience
- Proposta metodológica para a formulação participativa e comunitária de um projeto ambiental escolar (PRAE): uma experiência pedagógica

### Forma de citar este artículo:

Rivera-Gallego, I. (2024). Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar (PRAE): una experiencia pedagógica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 317 - 334. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-20173>

### Resumen

Los proyectos ambientales escolares (PRAE) aportan significativamente a la formación ambiental de los estudiantes en el contexto escolar. Sin embargo, se pueden reconocer limitaciones que comprometen sus principales objetivos y reducen su impacto. Este artículo de investigación presenta un reporte de caso educativo. Se desarrolló una propuesta metodológica con la que se planteó el PRAE de una institución educativa privada empleando un enfoque participativo y comunitario. Se realizó un diagnóstico de valores y actitudes relacionadas con el ambiente empleando encuestas digitales. Se agrupó un conjunto de 8 variables y 7 actores educativos mediante un análisis de conglomerados. Se exploraron las relaciones entre las variables y los actores usando un análisis de componentes principales (PCA). Se plantearon ejes de trabajo para el desarrollo de actividades. Se sistematizaron las actividades de educación ambiental desarrolladas por los integrantes de la comunidad empleando técnicas cualitativas y se propusieron mecanismos de evaluación. Se registraron 4015 participantes. Los actores educativos se organizaron en 5 grupos homogéneos y las variables se agruparon en 4 grupos correlacionados. Se evidenció que los actores difieren en la ponderación de las variables respuesta. Se determinaron 4 líneas base de

Iván Darío Rivera-Gallego\* 

\* Magíster en Manejo, Uso y Conservación del Bosque, Colombia. [evan\\_river2@hotmail.com](mailto:evan_river2@hotmail.com)



trabajo. Se caracterizaron las actividades realizadas en los últimos años en el colegio y se consiguió plantear dos mecanismos de evaluación a mediano y largo plazo. Los resultados sugieren relaciones particulares entre los diferentes actores y los componentes de educación ambiental planteados. Estas relaciones pueden utilizarse para proponer enfoques diferenciados para la implementación de actividades de educación ambiental. La propuesta descrita puede servir como punto de partida para diseñar un proyecto ambiental de forma sistemática, objetiva, replicable y comparable.

Palabras clave

educación ambiental; interdisciplinar; valores

### Abstract

School environmental projects (PRAES) significantly contribute to students' environmental education within the school context. However, certain limitations can compromise their main objectives and reduce their impact. This research article presents a case study report. A methodological proposal was developed to address the PRAE of a private educational institution using a participatory and community-based approach. A diagnosis of values and attitudes related to the environment was conducted using digital surveys. A set of 8 variables and 7 educational actors were grouped through a cluster analysis. The relationships between variables and actors were explored using Principal Component Analysis (PCA). Work axes for the development of activities were proposed. The environmental education activities carried out by community members were systematized using qualitative techniques, and evaluation mechanisms were proposed. 4015 participants were recorded. Educational actors were organized into 5 homogeneous groups, and variables were grouped into 4 correlated groups. It was evident that actors differ in the weighting of response variables. Four baseline work lines were determined. The activities carried out in recent years at the school were characterized, and two medium- and long-term evaluation mechanisms were proposed. The results suggest particular relationships between different actors and the components of environmental education proposed. These relationships can be used to propose differentiated approaches for the implementation of environmental education activities. The described proposal can serve as a starting point for designing an environmental project systematically, objectively, replicably, and comparably.

Keywords

environmental education; interdisciplinary; values

### Resumo

Os projetos ambientais escolares (PRAES) contribuem significativamente para a formação ambiental dos estudantes no contexto escolar. No entanto, podem ser reconhecidas limitações que comprometem seus principais objetivos e reduzem seu impacto. Este artigo de pesquisa apresenta um relato de caso educacional. Foi desenvolvida uma proposta metodológica para a elaboração do PRAE de uma instituição educacional privada usando uma abordagem participativa e comunitária. Foi realizado um diagnóstico de valores e atitudes relacionadas ao ambiente usando pesquisas digitais. Um conjunto de 8 variáveis e 7 atores educacionais foi agrupado por meio de uma análise de conglomerados. Exploraram-se as relações entre variáveis e atores usando Análise de Componentes Principais (PCA). Foram propostos eixos de trabalho para o desenvolvimento de atividades. As atividades de educação ambiental realizadas pelos membros da comunidade foram sistematizadas usando técnicas qualitativas, e foram propostos mecanismos de avaliação. Registraram-se 4015 participantes. Os atores educacionais foram organizados em 5 grupos homogêneos, e as variáveis foram agrupadas em 4 grupos correlacionados. Ficou evidente que os atores diferem na ponderação das variáveis de resposta. Quatro linhas de base de trabalho foram determinadas. As atividades realizadas nos últimos anos na escola foram caracterizadas e dois mecanismos de avaliação de médio e longo prazo foram propostos. Os resultados sugerem relações particulares entre diferentes atores e os componentes da educação ambiental propostos. Essas relações podem ser usadas para propor abordagens diferenciadas para a implementação de atividades de educação ambiental. A proposta descrita pode servir como ponto de partida para projetar um projeto ambiental de forma sistemática, objetiva, replicável e comparável.

Palavras-chave

educação ambiental; interdisciplinar; valores

## Introducción

La constante preocupación del público en general por el estado del ambiente natural y la sostenibilidad de las generaciones futuras ha impulsado acciones a nivel mundial para su conservación. Todas ellas enfatizan el papel central de la educación ambiental como medio para lograr un desarrollo sostenible futuro. Como resultado, los sistemas educativos en diversos países han incorporado el desarrollo de la educación ambiental y su enfoque interdisciplinario como un componente fundamental en las pautas institucionales para la formación integral de los estudiantes en diferentes niveles educativos (Henao y Sánchez, 2019).

En el caso de Colombia, la educación ambiental se ha desarrollado en el marco de la Ley 15 de 1994, que establece la educación ambiental como un componente obligatorio en las instituciones educativas del país. Posteriormente, el Decreto 1860 de 1994 incluyó el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como un instrumento para promover la educación ambiental, integrándolo en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) (Herrera *et al.*, 2006).

Durante mucho tiempo, los PRAE han sido la estrategia principal para abordar cuestiones ambientales en las instituciones educativas del país y representan una manera de integrar la educación ambiental en el currículo escolar (Ayala, 2017; Gómez, 2018). Los PRAE se concibieron como instrumentos destinados a incorporar la dimensión ambiental en los proyectos educativos institucionales (PEI), con el propósito de crear un entorno de aprendizaje significativo que aborde la gestión ambiental, el pensamiento científico y el desarrollo de competencias ciudadanas (Jaramillo *et al.*, 2017). Asimismo, se han diseñado como herramientas analíticas y comprensivas que permiten abordar los problemas y las oportunidades ambientales a nivel local, regional y

nacional. Estos programas fomentan la participación activa para implementar soluciones que estén en línea con las dinámicas naturales y socioculturales (Ministerio de Educación, 2005).

En este sentido, los PRAE desempeñan un papel significativo en la formación ambiental de las personas en el entorno escolar. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones que enfrentan en cuanto al desarrollo de procesos de gestión ambiental, su contribución para abordar problemáticas ambientales locales y regionales, y la participación de actores externos al ámbito escolar (Mora-Ortiz, 2015).

Estas limitaciones pueden estar relacionadas con la forma en que se integra la educación ambiental en el currículo, a través de actividades aisladas que no logran impactar a todos los miembros de la comunidad educativa (Jaramillo *et al.*, 2017), además de la falta de indicadores claros que midan el impacto a corto, mediano y largo plazo de las propuestas planteadas. A pesar de más de dos décadas de desarrollo de los PRAE, se evidencian dificultades puntuales que comprometen sus objetivos principales y reducen su influencia en distintos niveles de la comunidad.

En primer lugar, no existe una conceptualización clara y concisa respecto a su diseño. En segundo lugar, se centran casi exclusivamente en temas de reciclaje y manejo de residuos, con una investigación cualitativa limitada. En tercer lugar, las acciones de educación ambiental no parten de un diagnóstico que involucre a los diferentes miembros de una comunidad educativa ni consideran las relaciones que pueden existir con componentes ambientales específicos. Cuarto, carecen de elementos para sistematizar, comparar, apropiarse y divulgar el conocimiento e información derivados de su desarrollo hacia la sociedad en general. Quinto, falta la transversalidad en

el diseño y desarrollo de los PRAE. Además, es patente la ausencia de elementos de evaluación adecuados para las estrategias y actividades planteadas (Barreto y Serrato, 2015; Fernández, 2015; Herrera *et al.*, 2006; Holguín Aguirre *et al.*, 2006; Jaramillo *et al.*, 2017; Mora-Ortiz, 2015; Pita *et al.*, 2015).

En este contexto, se ha elaborado una propuesta metodológica para la implementación del PRAE de un colegio privado para el periodo 2022 a 2027, empleando un enfoque participativo y comunitario. La institución educativa cuenta con jornada única y aproximadamente 4000 estudiantes distribuidos en 5 ciclos de formación. Este colegio pertenece a una caja de compensación familiar y se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Engativá.

Con este objetivo, se efectuó un diagnóstico institucional con el fin de evaluar los valores y actitudes de los miembros de la comunidad educativa con respecto a temas ambientales. Con base en los resultados de este diagnóstico, se ha diseñado una propuesta que identifica ejes de trabajo o líneas base para el desarrollo de estrategias y actividades de educación ambiental. Asimismo, se sistematizaron las actividades relacionadas con el medio ambiente que han sido implementadas por los docentes de la institución y se evaluó su contribución a las líneas base establecidas. Por último, se definió un plan de evaluación que incluye plazos y criterios de medición.

## Fundamentación de la experiencia

En el ámbito internacional, las diversas problemáticas ambientales y el discurso de la educación ambiental como una posible alternativa a la crisis ambiental han llevado a la organización de conferencias, congresos y encuentros entre naciones, sectores educativos y ambientalistas. La Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (1972) y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992/2012) son las convenciones más reconocidas que han promovido la consolidación de códigos y decretos a favor de la protección del medio ambiente.

En el ámbito nacional y como resultado de acuerdos internacionales, el enfoque en la educación ambiental se inició a través del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente mediante el Decreto 1337 de 1978. Posteriormente, la Constitución Nacional de 1991, en los artículos 67 y 79, marcó un hito importante en la educación formal al promover la implementación de la educación ambiental como un promotor de cultura responsable y ética en relación con la protección del medio ambiente. Más tarde, la Ley 99 de 1993 estableció la colaboración entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Educación Nacional en la formulación de planes, programas, proyectos y propuestas curriculares para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental (SINA).

Consecuentemente, mediante la Ley 115 de 1994 se establecen los principios y objetivos que guían la educación ambiental en Colombia, y bajo los Decretos 1860 y 1743 se concreta la necesidad de institucionalizar la educación ambiental en diversos contextos. Como resultado, los comités interinstitucionales de educación ambiental (CIDEA), los proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDA) y los proyectos ambientales escolares (PRAE) tienen la responsabilidad de llevar a cabo la educación ambiental y fomentar la creación de procesos interinstitucionales que promuevan la protección ambiental y la formación de valores en favor de la conservación del entorno. En este sentido, se reconoce la función fundamental de las instituciones educativas como promotoras de la educación ambiental y como uno de los principales agentes formadores de la comunidad en general en cuestiones ambientales, a través de la integración de los PRAE en el marco del PEI.

Una primera aproximación a la definición de PRAE los describe como proyectos pedagógicos que fomentan el análisis de los problemas y potencialidades ambientales a nivel local, regional y nacional, creando oportunidades para la participación en la búsqueda de soluciones coherentes con las dinámicas naturales y socioculturales (Ministerio de Educación Nacional, 2005). En una misma línea, se pueden precisar como una guía que proporciona lineamientos generales que las instituciones educativas siguen para fortalecer los procesos de educación ambiental y, de este modo, propenden a conservar, proteger y mejorar la calidad de la educación (Secretaría de Educación Distrital, 2011).

En este sentido, los PRAE son una estrategia de la política nacional de educación ambiental que busca formar en la comprensión de las problemáticas y oportunidades ambientales

del contexto en el que están inmersas las instituciones educativas. Esto se logra mediante la construcción de conocimientos significativos, un sentido de pertenencia y la promoción de criterios de identidad local, regional y nacional a través de procesos formativos solidarios y tolerantes (Torres, 1998).

Por otra parte, pueden concebirse como herramientas educativas que proponen mecanismos de participación y apropiación, fomentando la adquisición de conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del ambiente (Mora-Ortiz, 2015).

Asimismo, los PRAE se pueden entender como proyectos de investigación que fomentan la formación en valores, la interculturalidad, la gestión e integración de diversas áreas del conocimiento, saberes y disciplinas con el objetivo de promover habilidades en investigación y la solución de problemas ambientales (Fernández, 2015).

Además, pueden considerarse como una estrategia pedagógica que conecta la institución educativa con su entorno local, fomentando la colaboración y empoderamiento de diversos actores sociales en la identificación y resolución de problemas ambientales. Estos problemas se integrarán de manera transversal en los planes de estudio de las instituciones educativas, abordando las cuestiones ambientales específicas de sus contextos particulares (Gómez, 2018).

En este orden de ideas, las finalidades de los PRAE están enmarcadas en la promoción de la sensibilización ambiental en las comunidades de un territorio a través de la construcción de conocimientos significativos que beneficien a las poblaciones de seres vivos. Mediante el desarrollo de procesos formativos destinados a cambiar conductas dañinas para el ambiente y fortalecer acciones que mejoren continuamente la calidad de vida de las

personas y la situación de su entorno (Mora-Ortiz, 2015). Además, pueden abordar temas relacionados con el cambio climático, la biodiversidad, el agua, el manejo del suelo, la gestión del riesgo y la gestión integral de residuos sólidos (Política Nacional de Educación Ambiental del Congreso de la República de Colombia, 2012).

Desde el ámbito institucional del colegio y tomando como referencia los PRAE previos (de 2015 a 2021), se evidencia una preocupación general por establecer una dinámica escolar que fomente un mayor compromiso de la comunidad educativa con relación al mantenimiento de espacios limpios y la gestión adecuada de los desechos sólidos. En años anteriores, los PRAE se enfocaron en el manejo de residuos sólidos, específicamente en cómo se gestionaban en los diversos lugares de la institución, especialmente después de las horas de descanso.

Las problemáticas ambientales detectadas en la institución fueron diagnosticadas mediante encuestas a docentes y a un reducido número de estudiantes, además de la observación directa de problemas. A partir de esto, se propone el manejo adecuado de los recursos como estrategia necesaria para contribuir a la política de sostenibilidad que enfatiza directamente al grupo de profesores como agentes dinamizadores del PRAE. Este sirvió de ejemplo para la comunidad en lo tocante al uso sostenible de recursos, como papel, impresiones, fotocopias y agua, así como a la reducción de la demanda de recursos innecesarios como maquetas, carteleras, pendones, entre otros, que solían terminar en la basura.

## Descripción de la experiencia

La investigación se llevó a cabo a partir de un enfoque mixto basado en la investigación-acción, que busca identificar una problemática real que afecte a la institución y generar una transformación a través de actividades prácticas relacionadas con procesos de razonamiento lógico y la aplicación de lo aprendido en un contexto cercano (Baena, 2017; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Inicialmente, se elaboró un diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad en relación con aspectos ambientales, utilizando un instrumento que implicaba la valoración por parte de la comunidad educativa compuesta por docentes, padres de familia, estudiantes y personal administrativo mediante 14 preguntas en una escala del 1 al 5, donde 1 era la valoración más baja y 5 la más alta (tabla 1), la cual se completó de manera virtual.

Tabla 1. Preguntas del instrumento de diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad educativa sobre aspectos ambientales

Número	Pregunta	Variable
1	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre las especies de fauna y flora presentes en el colegio?	Biodiversidad
2	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la institución?	
3	¿Cómo valoras tu participación en las actividades del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) del colegio?	
4	¿Qué tanto sabes sobre las actividades que se realizan en el colegio para convocar la participación voluntaria de los estudiantes en la construcción del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE)?	Conocimiento
5	¿Sabes qué personas son responsables del diseñar y llevar a cabo el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) del colegio?	
6	¿Qué tanto plástico o elementos de un solo uso crees que contienen los alimentos que consumes producto de la compra en las cafeterías de colegio o enviados desde tu hogar?	Consumo responsable
7	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre las fechas en que se celebran días ambientales? Por ejemplo, octubre 12 día mundial del árbol.	Divulgación
8	¿Tus acciones contribuyen a brindar bienestar a otros grupos de personas en condiciones desfavorables? ¿Cómo valoras esa contribución?	Economía solidaria
9	¿Qué tanto contribuyes o ayudas con tus acciones diarias al cuidado del ambiente en tu colegio en el desarrollo de tus actividades y rutinas diarias-quehacer docente?	
10	¿Cómo valoras tu interés en participar y liderar actividades como jornadas y eventos que contribuyan al cuidado del ambiente en tu colegio?	Participación
11	¿Qué tan amigable con el ambiente crees que es el medio de transporte que utilizas para asistir al colegio y que usas a diario?	Transporte sostenible
12	¿Cómo valoras tu contribución al uso eficiente de agua, energía y recursos en el colegio durante el desarrollo de tus actividades y rutinas diarias?	
13	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre el uso las canecas del colegio para separar los desechos reciclables de lo no reciclables?	Uso eficiente de recursos
14	¿Cómo valoras el uso que haces de puntos ambientales (canecas de separación) para desechar de forma correcta elementos tecnológicos como baterías y electrodomésticos obsoletos o dañados?	

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas se agruparon por afinidad en ocho categorías, denominadas en el contexto del trabajo como variables. Estas categorías fueron: biodiversidad, conocimiento, consumo responsable, divulgación, economía solidaria, participación y transporte sostenible (tabla 1). A partir de estas categorías, se calcularon los promedios de las valoraciones para los diferentes miembros de la comunidad educativa, que se dividen en las siguientes categorías: docentes, personal administrativo, directivos, estudiantes de bachillerato, estudiantes de primaria, padres de familia de bachillerato y padres de familia de primaria.

Para identificar y discriminar grupos covariantes de las poblaciones y variables, se

utilizó un análisis de conglomerados ajustado al método de Ward para calcular su distancia y sus respectivos dendrogramas. Asimismo, con el objetivo de explorar las relaciones entre el grupo de variables y los miembros de la comunidad educativa, se analizaron los datos empleando un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) y su respectivo gráfico de ordenación. El análisis de componentes principales permite establecer relaciones covariantes a partir de la ubicación de cada grupo con respecto a los demás. En este sentido, cuando dos grupos forman un ángulo de 90°, se concluye que no hay una correlación significativa. Un ángulo de 180° evidencia correlaciones negativas, y una

correlación positiva se puede observar cuando los dos conjuntos forman un ángulo menor a 90°. Por lo tanto, entre más cercanos se encuentren, mayor correlación positiva tienen.

Todas las estimaciones se implementaron en el *software* estadístico R versión 4.0.2 (R Core Team, 2021), y sus paquetes anexos PASWR (Arnholt, 2012), factoextra (Kassambara y Mundt, 2020), RColorBrewer (Neuwirth, 2014), readxl (Wickham y Bryan, 2019), dplyr (Wickham *et al.*, 2021), ggplot2 (Wickham, 2016), sn (Azzalini, 2021) y corrplot (Wei y Simko, 2021).

En un segundo momento, con el propósito de crear una propuesta de ejes de trabajo y líneas base para el desarrollo de estrategias y actividades basadas en la comunidad, se derivaron líneas base generales a partir de los resultados del diagnóstico. Estas líneas base resumen actividades relacionadas con educación ambiental en diversas categorías susceptibles de medición.

En un tercer momento, con el propósito de sistematizar y registrar las actividades relacionadas con la educación ambiental realizadas por docentes y otros miembros de la comunidad educativa, se desarrolló un instrumento de recolección y sistematización de información. Este instrumento constó de 4 preguntas abiertas que abordaban el objetivo y los principales resultados de la actividad, además de 8 preguntas evaluadas en una escala del 1 al 5, donde 1 representaba la valoración más baja y 5 la más alta (tabla 2). Las respuestas a estas preguntas se recopilaban de manera virtual.

Para analizar los datos obtenidos del instrumento, por un lado, se crearon gráficos de nubes a partir de la frecuencia de palabras con valor en las respuestas a las preguntas abiertas, las cuales estaban relacionadas con la educación ambiental. Por otro lado, las preguntas que involucraban la valoración por parte de los docentes se consolidaron y se evaluaron mediante un gráfico de red de araña con el objetivo de identificar variables que requirieran mejoras a partir de las valoraciones más bajas.

**Tabla 2.** Preguntas del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental

Número	Tipo de pregunta	Pregunta	Variable
1	Abierta	¿Cuál fue el objetivo de la actividad?	N. A.
2	Abierta	Describa brevemente la actividad realizada.	N. A.
3	Abierta	¿Cuáles fueron los resultados más significativos obtenidos de la actividad?	N. A.
4	Abierta	¿Cuál fue la población involucrada en el desarrollo de tu actividad (población objetivo)? Puedes seleccionar más de una.	N. A.
4	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada aportó a promover el consumo responsable en la población objetivo?	Consumo responsable
5	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró promover el uso eficiente de recursos en la población objetivo?	Uso eficiente de recursos

Número	Tipo de pregunta	Pregunta	Variable
6	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró promover el uso de diferentes medios de transporte sostenible?	Transporte sostenible
7	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró beneficiar a grupos menos favorecidos o integrantes de la comunidad educativa?	Economía solidaria
8	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró ayudar a reconocer y divulgar conocimiento sobre la flora y la fauna del colegio, localidad o ciudad?	Biodiversidad
9	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada motivó o promovió la participación de la comunidad educativa?	Participación
10	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada fue divulgada y conocida por la comunidad educativa en general?	Divulgación
11	Abierta	¿Qué canales de comunicación usaste para divulgar algún apartado de tu actividad?	Divulgación

Fuente: elaboración propia.

Todas las estimaciones se implementaron en el *software* estadístico R versión 4.0.2 (R Core Team, 2021) y sus paquetes anexos tidyverse (Wickham *et al.*, 2019), tm (Feinerer y Hornik, 2020), tidytext (Robinson, 2016), ggthemes (Arnold, 2021), reshape2 (Wickham, 2007), wordcloud (Fellows, 2018), wordcloud2 (Lang y Chien, 2018), Rcpp (Edelbuettel y Balamuta, 2018) y fmsb (Nakazawa, 2021).

Finalmente, con el propósito de establecer mecanismos de evaluación de las actividades y sus contribuciones a las distintas variables, se implementaron evaluaciones anuales utilizando el instrumento de sistematización (tabla 2) y se proyecta una evaluación final al concluir el año 2027 mediante la aplicación del instrumento de diagnóstico institucional (tabla 1).

## Sistematización y análisis de la experiencia

### Momento 1. Diagnóstico de valores y actitudes

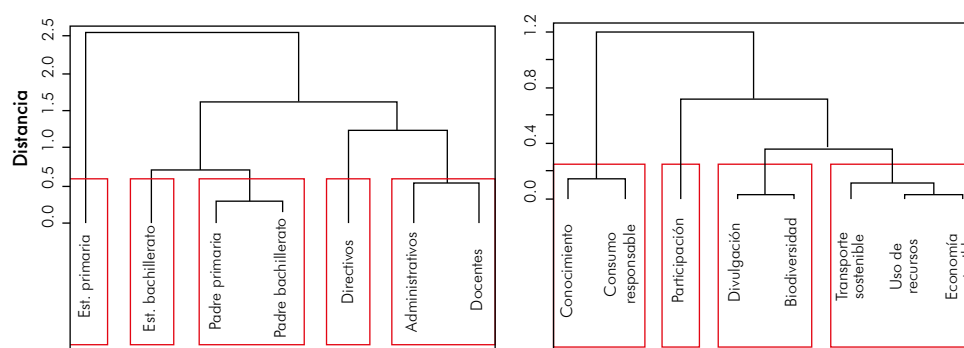
El diagnóstico contó con la participación de un total de 4015 personas. El grupo más numeroso de participantes lo conformaron los estudiantes, quienes representaron el 50 %, con 2010 registros de las muestras registra-

das. Le siguieron los padres de familia con un 46 %, con 1844 registros de participación, y los funcionarios, quienes representaron el 4%, con 161 registros. Dentro de la población estudiantil, los estudiantes de bachillerato fueron los más representados, alcanzando el 38,6 % con 1551 registros. Por otro lado, las estudiantes de primaria conformaron el 11,4 % de la muestra, con un total de 459 registros. En el grupo de padres de familia, la representación más alta correspondió a los padres de bachillerato, quienes contribuyeron con el 23,5 %, equivalente a 945 registros. Los padres de primaria representaron el 22,4 %, con 899 registros. Finalmente, dentro del grupo de funcionarios, los docentes fueron el segmento más numeroso, con un 3,2 % de representación y 126 registros. Les siguieron los administrativos, que contribuyeron con un 0,7 %, representado por 27 registros, y los directivos, con un 0,2 %, que se traduce en 8 registros del total de la muestra.

A partir del análisis de conglomerados (figura 1), por un lado, se evidencian grupos homogéneos entre administrativos y docentes, así como entre padres de familia de primaria y bachillerato. Directivos, estudiantes de primaria y bachillerato mostraron diferencias y se consideraron grupos independientes para el posterior análisis (figura 1a). Por otro lado,

se observan conjuntos de variables altamente correlacionadas (figura 1b). El primer grupo (C1) está conformado por conocimiento y consumo responsable. El segundo conjunto (C2) lo conforman biodiversidad y divulgación. El tercer grupo incluye (C3) transporte sostenible, economía solidaria y uso de recursos. El cuarto grupo (C4) está compuesto por la variable participación. Estos grupos de variables muestran correlaciones positivas. Sin embargo, C4 no guarda relación con C1. Además, participación y consumo responsable mostraron la menor correlación con las demás variables (figura 2).

Figura 1. Dendrograma del análisis de conglomerados ajustada a distancia de Ward para a) actores y b) variables

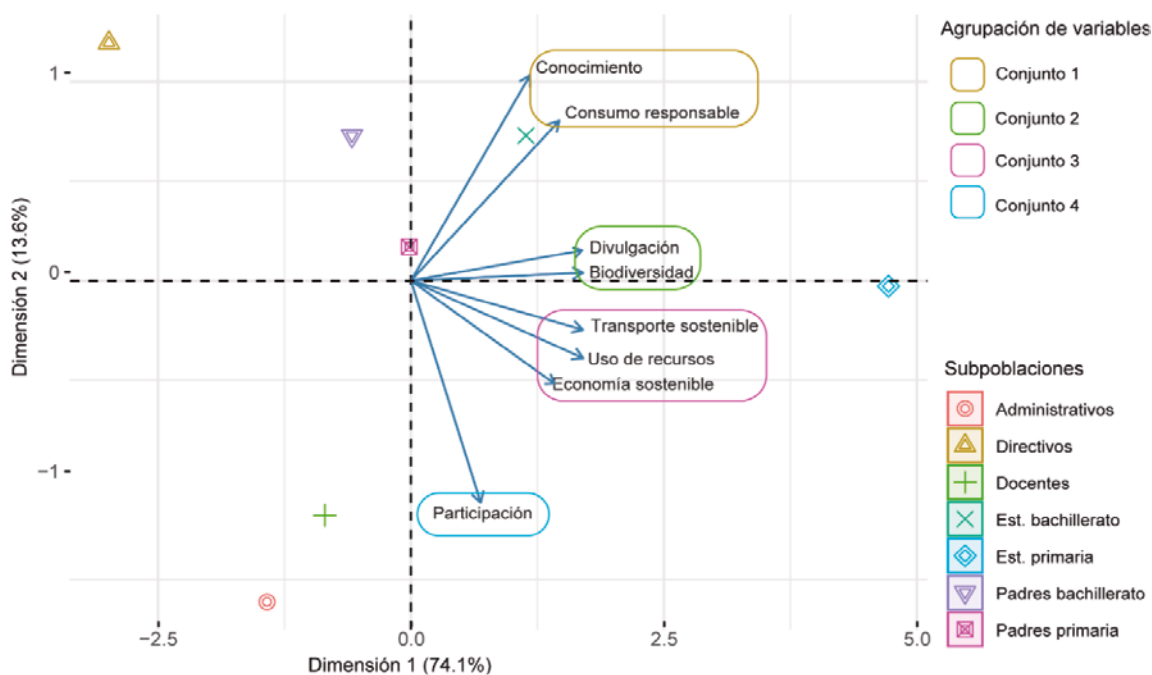


Fuente: elaboración propia.

En términos generales, el PCA acumuló una inercia total del 87,1 % en dos dimensiones, que explica el 74,1 % de la varianza de los datos en el primer eje principal y el 13,6 % en la segunda dimensión. En este sentido, se observa que las poblaciones difieren en la ponderación de las variables respuesta. Divulgación (0,404), economía solidaria (0,396), transporte sostenible (0,395) y biodiversidad (0,395) tuvieron mayor ponderación en la primera componente principal. Por otra parte, participación (-0,605) y conocimiento (0,560) fueron las variables más representativas en la segunda componente. La menor contribución ponderada en ambos ejes fue la participación, que reportó valores menores a 8,0.

A partir del gráfico de ordenación (figura 2), se evidencia una correlación negativa fuerte entre el grupo de padres de familia y el conjunto conformado por la variable participación, y una correlación negativa débil con el conjunto 3 de variables. Los estudiantes de primaria muestran una correlación positiva con los conjuntos de variables 2 y 3, presentando valores altos. Además, se observan relaciones positivas menos sólidas con respecto a las variables de los conjuntos 1 y 4. Los estudiantes de bachillerato se relacionan positivamente con las variables del conjunto 1, demostrando valores altos en estas variables. Asimismo, se evidencia una relación negativa débil con el conjunto 4. El grupo conformado por administrativos y docentes muestra una correlación negativa con el conjunto 1 de variables y una relación positiva con el conjunto 4 de variables. Finalmente, el grupo de directivos exhibe correlaciones negativas fuertes con respecto a los conjuntos de variables 2 y 3 (figura 2).

Figura 2. PCA diagrama de las relaciones entre individuos y variables ubicados en dos dimensiones o ejes principales



Fuente: elaboración propia.

## Momento 2: Determinación de ejes de trabajo o líneas base del proyecto ambiental

Con el objeto de desarrollar una propuesta de ejes de trabajo o líneas base para la implementación de estrategias y actividades comunitarias, se establecieron 4 líneas base a partir de los análisis diagnósticos y la afinidad entre componentes. Los aportes a estas líneas se cuantificaron a través de las actividades realizadas durante el año en el grupo principal de interés: los estudiantes de primaria y bachillerato, que están positivamente relacionados con varios conjuntos de variables. No obstante, se hacen recomendaciones específicas sobre grupos de trabajo focalizados, basadas en las valoraciones y resultados de los análisis de ordenamiento y agrupamiento. Las líneas base se definieron de la siguiente manera.

### Sostenibilidad

En esta línea de acción se agruparon las actividades relacionadas con el consumo responsable, el transporte sostenible y el uso eficiente de recursos. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidades de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

### Economía sostenible

En esta línea de base se agruparon las actividades relacionadas con el consumo responsable, el transporte sostenible y el uso eficiente de recursos. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidad de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

## Biodiversidad

En otra línea de acción se agruparon las actividades relacionadas con la variable biodiversidad. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidad de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

## Transversalidad

Por criterio de afinidad, las variables participación, conocimiento y divulgación se deben trabajar de forma transversal en las tres líneas base. En este sentido, las actividades propuestas deben tener elementos de las variables mencionadas.

## Momento 3. Instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental

Tras considerar las preguntas del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental (tabla 2), y a partir de las palabras con mayor frecuencia y que se pueden observar con mayor tamaño en el diagrama de nube de palabras (figura 3), se puede inferir para el objetivo de la actividad que *sensibilizar*, *concientizar*, *promover*, *consumo responsable*, *cuidado del ambiente* y *estudiantes* fueron los conceptos orientadores (figura 3a). En términos de descripción de las actividades, se puede deducir que se generaron proyectos, grupos y acciones en el colegio y en la casa que promovieron el cuidado del medio ambiente e involucraron a los estudiantes (figura 3b). Asimismo, podemos observar, con relación a los principales resultados y basados en las palabras con mayor frecuencia, que se logró concientizar sobre el cuidado del ambiente de los estudiantes (figura 3c). Por otra parte, el sondeo mostró que la mayor proporción de las actividades de educación ambiental desarrolladas en los dos últimos años, los estudiantes fueron la población objetivo, seguidas de los padres con menos de la mitad de la proporción y los docentes con una quinta parte de la proporción.

Figura 3. Diagrama de nube de palabras para a) el objetivo principal, b) descripción de la actividad y c) principales resultados del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental (tabla 2)

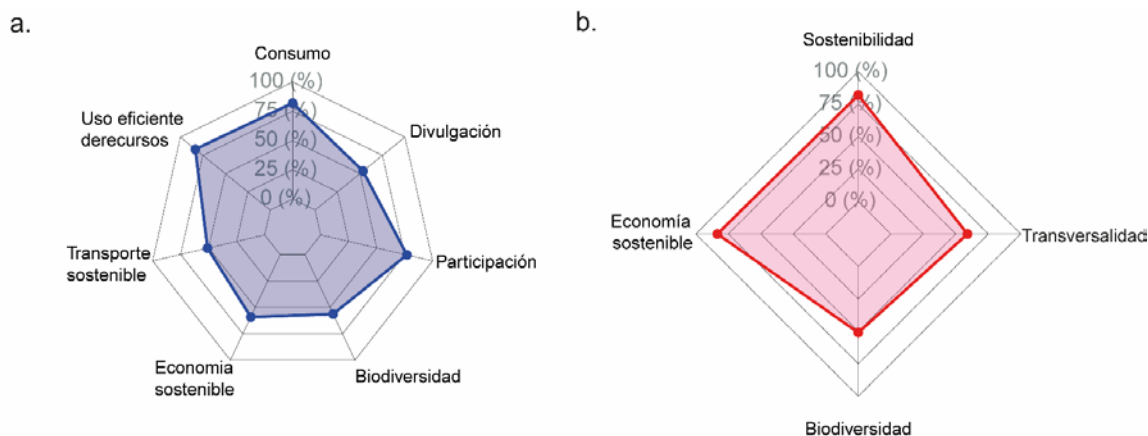


Fuente: elaboración propia.

Con relación a las preguntas que involucraban la valoración por parte de los participantes sobre el aporte de las actividades a las variables que conforman las líneas base, se puede observar que las que más se han trabajado y que han recibido una alta

valoración son el consumo responsable, el uso eficiente de recursos y la participación. En este sentido, el resto de las variables que componen los ejes de trabajo propuestos presentan valoraciones más bajas (figura 4a).

Figura 4. Diagrama de radar del a) aporte a las variables y b) aporte a las líneas base del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental



Fuente: elaboración propia.

Al analizar la contribución de las actividades de educación ambiental a las líneas o ejes transversales de trabajo, se destacan altas valoraciones en las áreas de economía sostenible y sostenibilidad. No obstante, se identifican oportunidades de mejora en las áreas de biodiversidad y transversalidad (figura 4b).

#### Momento 4. Mecanismos de ejecución y evaluación del proyecto

Teniendo en cuenta que el desarrollo de un proyecto institucional debe involucrar a todos los miembros de la comunidad educativa y con el propósito de cumplir con este planteamiento, se propuso que cada estamento institucional lleve a cabo actividades dirigidas a fomentar en sus miembros actitudes y valores relacionados con la preservación del entorno, en concordancia con las líneas base propuestas.

En este sentido, se propone que el grupo de representantes ambientales estudiantiles, el consejo de padres, el consejo directivo, las jefaturas de departamentos y las áreas gestionen actividades de educación ambiental con el objetivo de articular las líneas base. Al comienzo de cada período académico, cada uno de los estamentos mencionados deberá establecer una meta que incluya al menos una actividad por cada línea base, y designar a las personas responsables de la gestión y el desarrollo de estas actividades.

Anualmente, se llevarán a cabo comparaciones basadas en las variables y líneas base propuestas. Estas comparaciones se basan en la información recopilada anualmente mediante el instrumento de sistematización y recopilación de datos sobre las actividades de educación ambiental, tal como se describe en el objetivo 3 de esta propuesta (tabla 2).

Esta información refleja las distintas actividades de educación ambiental realizadas a lo largo del año escolar por los diversos miembros de la comunidad educativa.

Las comparaciones anuales permitirán la elaboración de un informe escrito que resuma las actividades realizadas por los diferentes estamentos institucionales (actores, ciclos, departamentos y áreas). Este informe debe mostrar una comparación explícita en relación con las variables y las líneas de base de trabajo. Estas evaluaciones anuales se llevarán a cabo durante cuatro años.

La evaluación definitiva se llevará a cabo en el quinto año, y se desarrollará a partir de la aplicación del instrumento diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad institucional sobre aspectos ambientales, que da cuenta del objetivo específico 1 (tabla 1). Los datos obtenidos en esta evaluación serán analizados empleando la metodología descrita para el objetivo específico 1, y se elaborará un informe escrito donde se realice una comparación detallada con los resultados descritos aquí para el objetivo específico 1. En este sentido, es preciso esclarecer las relaciones que se establecieron entre los actores, las variables y los ejes o líneas base de trabajo, y debe determinarse si se presentó un cambio en la valoración de cada actor con respecto a las variables y las líneas. Con base en esa comparación, se realizarán recomendaciones para el planteamiento del futuro proyecto ambiental del siguiente ciclo de 5 años.

## Consideraciones finales

La experiencia presentada propone un enfoque participativo y comunitario para desarrollar los programas de educación ambiental (PRAE) en instituciones educativas. Utiliza un diagnóstico estadístico robusto que recoge percepciones y valoraciones de los actores de la comunidad educativa de manera amplia, y propone acciones para su implementación y seguimiento.

En la etapa de diagnóstico, participaron un total de 4015 personas —los estudiantes conformaron el grupo más numeroso—. Se encontró que los actores educativos formaron 5 grupos homogéneos y las variables formaron 4 grupos altamente correlacionados. Además, el diagrama de ordenación PCA evidenció que los actores educativos difieren en la ponderación de las variables respuesta, identificándose 4 líneas de trabajo para orientar las actividades de educación ambiental propuestas en la institución. Se caracterizaron las actividades realizadas en los últimos años en el colegio, se estableció un punto de partida respecto a las líneas de trabajo y se diseñaron mecanismos y tiempos pertinentes para evaluar la propuesta.

La metodología descrita puede aplicarse en cualquier institución educativa, aunque requiere conocimientos básicos en lenguaje de programación de R y estadística multivariada, lo que podría ser una limitación para su ejecución. Sin embargo, dado que los docentes de ciencias naturales suelen estar a cargo del

diseño y la ejecución de estos proyectos, esta propuesta podría ser una oportunidad para transversalizar e incluir a otros campos del conocimiento docente en el desarrollo de los PRAE en las instituciones, superando la limitación en el manejo de programas estadísticos.

Si bien en esta experiencia se utilizaron formularios digitales para los instrumentos de recolección de información con el objetivo de facilitar el manejo de los datos, los instrumentos pueden ser aplicados de forma física. Sin embargo, se recomienda calcular un tamaño de muestra significativo para la población estudiada. Asimismo, es importante revisar el número y la pertinencia de las preguntas de los instrumentos de recolección de información para el contexto donde se quieran aplicar.

En conclusión, la presente experiencia pedagógica permitió plantear un PRAE usando un enfoque participativo y comunitario, y puede aportar para desarrollar proyectos educativos ambientales de forma sistemática, objetiva, replicable y comparable. Puede ser un punto de partida para diseñar proyectos ambientales en diferentes niveles y contextos educativos. Los resultados sugieren relaciones particulares entre los diferentes actores de la institución estudiada y los componentes de la educación ambiental. Estas relaciones pueden utilizarse para proponer enfoques diferenciados. Adoptar diagnósticos robustos que involucren a la mayoría de actores en una comunidad educativa puede orientar mejor las propuestas y actividades de educación ambiental. Se espera que esta propuesta pueda contribuir al diseño y desarrollo de los Programas de Educación Ambiental (PROCEDA) y sea considerada en el ámbito del CIDEA.

En este trabajo se buscaba describir la experiencia pedagógica que llevó al diseño y planteamiento de un PRAE en una institución educativa. Para darle mayor alcance analítico,

es importante que para futuros trabajos que aplique la metodología aquí descrita, se realice un análisis más profundo de los resultados obtenidos incluyendo elementos que permitan una triangulación con referentes teóricos y prácticos.

## Referencias

- Alonso-Alvarez, E., Sánchez-Marín, C., Falla-Rivas, F., Guevara-González, G., García-Beltrán, L., Morales-Godoy, M. y Niño-López, J. (2020). *El Proyecto Ambiental Escolar (PRAE): estrategia para dinamizar la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo*. Secretaría de Educación del Distrito, 2020.
- Ayala, A. (2017). Estado de los proyectos ambientales escolares en boyacá. *Revista Luna Azul*, 44, 39-58. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.4>
- Arnholt, A. (2012). *PASWR: Probability and Statistics with R. R Package Version 1.1*. <https://CRAN.R-project.org/package=PASWR>
- Arnold, J. (2021). *ggthemes: Extra Themes, Scales and Geoms for 'ggplot2'*. *R package version 4.2.4*. <https://CRAN.R-project.org/package=ggthemes>.
- Azzalini, A. (2021). *The R Package 'sn': The Skew-Normal and Related Distributions such as the Skew-t and the SUN (version 2.0.0)*. <http://azzalini.stat.unipd.it/SN/>
- Baena, P. (2017). *Metodología de la investigación* (3.ª ed.). Grupo Editorial Patria.
- Barreto, C. y Serrato, L. (2015). Estrategias socioeducativas para el manejo adecuado de residuos sólidos de tipo plástico en el colegio Agustín Fernández de Bogotá D. C. *Biografía*, Número Extraordinario, 700-714. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/3498>

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. (1972). *Declaración de Estocolmo*.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1992). *Declaración de Río*.
- Congreso de Colombia. (19 de diciembre de 1973). Ley 23 de 1973: Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9018&dt=S>
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. DO: 41 146. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)
- Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley 115 de 1994: Por la cual se expide la ley general de educación. DO: 41 214. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0115\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0115_1994.html)
- Congreso de Colombia. (05 de julio de 2012). Ley 1549 de 2012: Por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial. DO: 48 482. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1683174>
- Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)
- Eddelbuettel, D. y Balamuta, J. (2018). Extending R with C++: A Brief Introduction to Rcpp. *The American Statistician*, 72(1). <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1375990>.
- Feinerer, I. y Hornik, K (2020). *tm: Text Mining Package*. R package version 0.7-8. <https://CRAN.R-project.org/package=tm>
- Fernández, C. (2015). Incidencia de los componentes de participación y territorialización de la "herramienta prae de la secretaría de educación distrital (sed) de Bogotá D. C.", en el diseño de los PRAE de las instituciones educativas de la localidad de San Cristóbal sur. *Biografía*, Número Extraordinario, 448-457. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fellows, I. (2018). *wordcloud: Word Clouds*. R package version 2.6. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>
- Gómez-Agudelo, M. (2018). Educación para el desarrollo sostenible. Una mirada a los proyectos ambientales escolares (PRAE). *Libre Empresa*, 15(2), 179-194.

- Henao-Hueso, O. y Sánchez-Arce, L. (2019). La educación ambiental en Colombia, utopía o realidad. *Revista Conrado*, 15(67), 213-219.
- Herrera, J., Reyes, L., Amaya, H. y Gerena, O. (2006). Evaluación de los proyectos ambientales escolares en colegios oficiales de la localidad 18 en Bogotá. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 115-122. <https://doi.org/10.15446/ga.v9n1.76127>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Holguín-Aguirre, M., Luque-Bonilla, P., Pupo-Gómez, A., Lezaca-Sánchez, J., Rodríguez-Angarita, T. y Rodríguez-Villabona, I. (2006). *Guía metodológica para la formulación de proyectos ambientales escolares : un reto más allá de la escuela*. Jardín Botánico José Celestino Mutis; Universidad Libre. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/978-958-97987-3-7>
- Jaramillo, S., Alzate, L. y Cardona, J. (2017). Un estudio exploratorio sobre las concepciones acerca de la educación ambiental de integrantes de la comunidad de dos establecimientos educativos del departamento de Antioquía. *Biografía*, Número Extraordinario, 1352-1359. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/7309>
- Kassambara, A. y Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. R package version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Lang, D. y Chien, G. (2018). *wordcloud2: Create Word Cloud by 'htmlwidget'*. R package version 0.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud2>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2005). *Educar para el desarrollo sostenible*. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- Mora-Ortiz, J. (2015). Los Proyectos Ambientales Escolares. Herramientas de gestión ambiental. *Bitacora*, 2, 67-74. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v2n25.39975>
- Murdoch, D. y Chow, E. (2020). *ellipse: Functions for Drawing Ellipses and Ellipse-Like Confidence Regions*. R package version 0.4.2. <https://CRAN.R-project.org/package=ellipse>
- Nakazawa, M., (2021). *fmsb: Functions for Medical Statistics Book with some Demographic Data*. R package version 0.7.2. <https://CRAN.R-project.org/package=fmsb>
- Neuwirth, E. (2014). *RColorBrewer: ColorBrewer Palettes*. R package version 1.1-2. <https://CRAN.R-project.org/package=RColorBrewer>
- Pita-Morales, L., García, J., Collazos, C., Monroy, V., Ruano, C. y Castiblanco, J. (2015). Proyecto ambiental escolar (PRAE) para la recuperación de suelos en la Institución Educativa Técnica de Salamanca, Samacá, Boyacá. *Teknos. Revista Científica*, 15(1), 83. <https://doi.org/10.25044/25392190.480>
- Presidencia de la República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Decreto 1860 de 1994: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994, en los aspectos pedagógicos y organizativos generales. DO: 41 473. [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-172061\\_archivo\\_pdf\\_decreto1860\\_94.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf)
- Presidencia de la República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Decreto 1743 de 1994: Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de

educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. DOI: 41 476. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1342748>

R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Robinson, S. (2016). *tidytext: Text Mining and Analysis Using Tidy Data Principles in R*. *\_JOSS\_*, \*1\*(3). <http://dx.doi.org/10.21105/joss.00037>

Torres-Carrasco, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 23-48. <https://doi.org/10.35362/rie1601110>.

Wei, T. y Simko, V. (2021). *R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.90)*. <https://github.com/taiyun/corrplot>

Wickham, H. (2007). Reshaping Data with the reshape Package. *Journal of Statistical Software*, 21(12), 1-20. <http://www.jstatsoft.org/v21/i12/>

Wickham, H., (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag.

Wickham, H. Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., et al. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open, Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

Wickham, H. y Bryan, J. (2019). *readxl: Read Excel Files*. R package version 1.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>

Wickham, H., François, R., Henry, L. y Müller, K. (2021). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.0.5. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>



## Acompañamiento de trabajos de grado, mediado por las TIC desde una perspectiva transmedia

- Accompaniment of Thesis Work Projects Mediated by ICT from a Transmedia Perspective
- Acompanhamento de projetos de conclusão de curso mediado pelas TIC a partir de uma perspectiva transmídia

### Forma de citar este artículo:




Holguín-Villamil, O., Rojas-Montero, J. y Rojas-Montero, C. (2024). Acompañamiento de trabajos de grado, mediado por las TIC desde una perspectiva transmedia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 335 - 353. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19071>

### Resumen

Este reporte de caso educativo presenta una experiencia relacionada con el acompañamiento de trabajos de grado con la mediación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en un ámbito de formación investigativa posgradual. En términos metodológicos, se implementó un análisis de contenido aplicado a los aportes realizados por estudiantes en los foros de un ambiente formativo mediado por las TIC (AFTIC). Dichos aportes fueron preparados, codificados, clasificados e interpretados a través de agrupaciones o conglomerados con el fin de obtener evidencias sobre el impacto de estas tecnologías en la satisfacción de necesidades educativas en contextos de sobrecarga cognitiva y aislamiento social. Se destacan dificultades como la falta de conectividad para acceder a actividades, recursos y contenidos digitales disponibles en el ambiente. Ante estas problemáticas, se adoptó una perspectiva transmedia que combinó la divulgación mediante la palabra escrita y oral, así como la imagen fija y en movimiento, a través de diversos medios en plataformas análogas y digitales. Esto permitió reconfigurar procesos formativos remotos durante el desarrollo de encuentros sincrónicos y asincrónicos reflexivos. Durante estos encuentros, se compartieron clips de video y podcasts en plataformas como Google con el objetivo de estimular y enriquecer los procesos educativos en línea, lo que contribuyó a mejorar la capacidad de adaptación e innovación tanto de estudiantes como de profesores.

### Palabras clave

pandemia; análisis de contenido; formación de investigadores; tecnología educacional; aprendizaje en línea

Oscar Holguín-Villamil\*   
John Alexander Rojas-Montero\*\*   
Cristian Fidel Rojas-Montero\*\*\* 

\* Doctor en Ciencias y Educación, docente investigador; Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Educación, Bogotá, Colombia. [oholguin@pedagogica.edu.co](mailto:oholguin@pedagogica.edu.co)

\*\* Doctor en Educación, docente investigador, Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Bogotá, Colombia. [jarojas@pedagogica.edu.co](mailto:jarojas@pedagogica.edu.co)

\*\*\* Magíster en E-Learning (UOC), Semillero de Investigación KENTA, Bogotá, Colombia. [crisro78@gmail.com](mailto:crisro78@gmail.com)



## Abstract

This educational case report presents an experience related to the supervision of Thesis Projects mediated by Information and Communication Technologies (ICTs) in a postgraduate research training context. Methodologically, a content analysis was implemented on the contributions made by students in the forums of a Formative Environment mediated by ICTs (FEICT). These contributions were prepared, coded, classified, and interpreted through groupings or clusters in order to obtain evidence on the impact of these technologies on satisfying educational needs in contexts of cognitive overload and social isolation. Challenges such as lack of connectivity to access activities, resources, and digital content available in the environment are highlighted. To address these issues, a transmedia perspective was adopted, combining dissemination through written and oral word, as well as still and moving images, through various media on both analog and digital platforms. This approach allowed for the reconfiguration of remote training processes during the development of synchronous and asynchronous reflective encounters. During these encounters, video clips and podcasts were shared on platforms such as Google with the aim of stimulating and enriching online educational processes, which contributed to improving the adaptability and innovation capacity of both students and teachers.

## Keywords

pandemic; content analysis; formative research; educational technology; online learning

## Resumo

Este relatório de caso educativo apresenta uma experiência relacionada com a supervisão de trabalhos de conclusão de curso (TCC) através da mediação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICS) em um ambiente de formação em pesquisa pós-graduada. Metodologicamente, foi implementada uma análise de conteúdo aplicada às contribuições feitas pelos alunos nos fóruns de um Ambiente Formativo mediado por TICS (AFTIC). Essas contribuições foram preparadas, codificadas, classificadas e interpretadas por meio de agrupamentos ou conglomerados, a fim de obter evidências sobre o impacto dessas tecnologias na satisfação das necessidades educacionais em contextos de sobrecarga cognitiva e isolamento social. Destacam-se dificuldades como a falta de conectividade para acessar atividades, recursos e conteúdos digitais disponíveis no ambiente. Diante dessas problemáticas,, adotou-se uma perspectiva transmídia que combinou a divulgação por meio da palavra escrita e oral, bem como imagens estáticas e em movimento, por meio de diversos meios em plataformas analógicas e digitais. Isso permitiu a reconfiguração de processos de formação remota durante o desenvolvimento de encontros síncronos e assíncronos reflexivos. Durante esses encontros, foram compartilhados vídeos e podcasts em plataformas como o Google com o objetivo de estimular e enriquecer os processos educacionais online, contribuindo assim para melhorar a capacidade de adaptação e inovação tanto dos alunos quanto dos professores.

## Palavras-chave

pandemia; análise de conteúdo; pesquisa formativa; tecnologia educacional; aprendizagem online

## Introducción

Las universidades, al verse sometidas a presiones inesperadas como las de una pandemia, vieron afectada su capacidad para atender rápidamente los cambios requeridos, ya sea por no estar configuradas para ello o por no contar con grupos humanos preparados para evitar exilios, bloqueos, escasez tecnológica y recesión económica (Qiu *et al.*, 2018; Unesco, 2020; García, 2021; Guarnizo, 2021). Durante este período, las universidades latinoamericanas se enfrentaron al desafío de continuar con los procesos de investigación formativa en torno a los trabajos de grado de los estudiantes al momento de concluir sus estudios de posgrado, y de mantener, mediante los avances tecnológicos, las condiciones de calidad para formar talento humano en respuesta a los requerimientos de la sociedad. En este escenario, se realizaron esfuerzos desde lo pedagógico para el desarrollo de una educación superior mediada por las TIC (Universities UK, 2020; Hederich, 2015; Gros y Suárez, 2017; Bania y Banerjee, 2020; Crawford *et al.*, 2020; Unesco, 2020; Wang *et al.*, 2020).

Ante estas demandas, educadores e investigadores universitarios se vieron en la necesidad de promover la mediación de las TIC en la investigación formativa para construir experiencias prácticas más allá de las definiciones teóricas (Campos, 2020; Turpo-Gebera *et al.*, 2020). Esto suscitó un renovado interés en cuestiones aparentemente pasadas sobre las estrategias a utilizar, la forma de motivar la participación y el trabajo colaborativo, el tipo de actividades, recursos y contenidos a involucrar, entre otros aspectos (Pacheco e Infante, 2020; Canales y Silva, 2020; Kubrusly *et al.*, 2021). Por lo tanto, es crucial mantener vivo el debate y aportar evidencias sobre este tipo de discusiones abordadas en las universidades, especialmente ante las urgencias vividas en la

educación en línea y su gestión, en relación con problemáticas como la sobrecarga cognitiva (Falcade *et al.*, 2022).

En este contexto, el presente reporte se centra en los desafíos de la educación en línea en la investigación formativa durante el desarrollo del trabajo de grado de un programa posgradual que necesitó adaptar su proceso académico frente a las limitaciones impuestas por la pandemia. El objetivo es contribuir al desarrollo del talento humano en investigación más allá del aula y promover un aprendizaje práctico y experiencial basado en la acción, según las características y condiciones de los estudiantes (Alshammari y Qtaish, 2019; Martínez, 2020; Gañan *et al.*, 2021). Esto llevó a los profesores a implementar actividades que complementarían los procesos teóricos, como la planificación sistemática, las prácticas de retroalimentación, las simulaciones, las experiencias profesionales o el abordaje de problemas emergentes (Jiménez *et al.*, 2022; Lima, 2017; Orozco *et al.*, 2020; Giesecke, 2020; Martínez, 2020). Estas actividades, en el contexto de las TIC, requieren ciertas condiciones de acceso y conectividad por parte de estudiantes y profesores para favorecer experiencias concretas de aprendizaje significativo, eficaces y reflexivas, que conduzcan a la construcción de conceptos abstractos, con efectos positivos según los estilos de aprendizaje existentes (Alshammari y Qtaish, 2019).

Así, con el planteamiento de experiencias concretas en investigación educativa y formativa, los académicos se enfrentaron al desafío de la formación en línea y a la creación de modelos educativos escalables dirigidos a amplias audiencias (World Economic Forum y Sarma, 2020). Se requiere que los profesores y las comunidades académicas sean capaces de abordar grandes volúmenes de datos en forma de palabras e imágenes, los cuales condicionan la toma de decisiones de los

estudiantes. Si no se atienden, estos volúmenes tienden a generar sobrecarga cognitiva, homogeneizar los procesos formativos y otorgar poder a la algoritmocracia (OEI, 2020). En este escenario, es necesario fortalecer alfabetizaciones como la informacional, la visual y la transmedia.

A partir de los aprendizajes adquiridos durante la pandemia, el regreso a las aulas requirió repensarse a partir de otras alfabetizaciones para llevar a cabo procesos educativos en línea en ámbitos como la investigación formativa en trabajos de grado. El propósito es mejorar no solo la calidad y la cobertura, sino también la atención de problemáticas como la sobrecarga cognitiva (World Economic Forum y Sarma, 2020; Kubrusly *et al.*, 2021; Foronda, 2021; Caraballo, 2023). Esta sobrecarga obstaculiza la capacidad de apropiación de los estudiantes debido al exceso de información. Surge así la alfabetización transmedia en los procesos educativos ante la convergencia de sistemas de significación (palabra escrita y oral, imagen fija y en movimiento) en diversos medios (artículos, podcast, infografías, videos) distribuidos en plataformas análogas y digitales (Jenkins, 2015; Calzati y López, 2021; Frontera, 2019; Lemish *et al.*, 2017; Mateus *et al.*, 2020; McErlean, 2018; Moloney, 2022; Scolari, 2013).

En este contexto, la teorización del aprendizaje remoto mediado por las TIC se complica, al tratarse de un campo conceptual enfrentado a fuertes críticas y limitaciones, en gran medida debido a la teoría de la carga cognitiva. Esta teoría ha ganado la atención de los estudiosos de la epistemología moderna y de la educación, interesados en investigar sobre las relaciones y los desafíos pedagógicos que surgen al diseñar procesos formativos en línea (Stiller y Köster, 2016; Hederich, 2015; Coronado y Barraza, 2018; Garcés *et al.*, 2023; Ibarra, 2023; León *et al.*, 2024).

## Fundamentación de la experiencia

Basado en el trabajo de Krippendorff (2012), el estudio implementa el método de análisis de contenido dentro de la perspectiva de Alpi y Evans (2019), aplicado al caso de un programa de posgrado que centra su acción pedagógica en profesionales que tienen la obligación formal de desarrollar un trabajo de grado, a partir de una reflexión o implementación proveniente de un proceso de investigación formativa basado en el aprendizaje experiencial. Esto da como resultado innovaciones metodológicas o científicas con la orientación de los docentes del programa.

El estudio incluyó la recopilación de datos de la participación de orientadores y estudiantes en foros con enfoque social y participativo alojados en un ambiente formativo mediado por las TIC (AFTIC<sup>1</sup>). Con el tiempo, a través de un

<sup>1</sup> Este término es propio del Grupo de Investigación KENTA, generado a partir de su experiencia investigativa en el campo de la tecnología y la educación. Para este grupo, las TIC son territorios que posibilitan el agenciamiento colectivo, el espacio-tiempo educativo, los dispositivos de subjetividad y las prácticas de construcción de sí.

proceso iterativo, estos foros constituyeron una red (Gros y Suarez, 2017) que, junto con los encuentros asincrónicos, conformaron un proceso cíclico en el que los participantes reflexionaron sobre la praxis, colaboraron y crearon colectivamente una solución particular a un problema asignado de manera común, hasta llegar a la implementación de una intervención o investigación-acción participativa (Cusack *et al.*, 2018; Lucas y Karen, 2015). Se combinaron modelos de análisis en perspectiva participante, un enfoque que posibilita el empoderamiento de las personas afectadas por un problema, que ha recibido el respaldo de la crítica académica y ha contado con adeptos en el campo de la educación (Sánchez *et al.*, 2015; Morales, 2016).

Para efectos de registro, durante el proceso de investigación, se dispuso de un conjunto de herramientas digitales en un AFTIC, con la idea de garantizar mayor fiabilidad en los esfuerzos de recopilación de datos basados en la *provocación* de reflexiones a través de preguntas y afirmaciones, de evaluaciones sobre la calidad de las participaciones en los foros y de la riqueza de las discusiones grupales. Con ese fin, los orientadores de trabajo de grado desarrollaron tres sesiones de discusión por mes a través de múltiples cohortes y acordaron con sus estudiantes la participación en el foro con sus percepciones sobre la exposición al estar frente a una pantalla y sobre los avances alcanzados en su trabajo. Así, se obtuvieron 528 participaciones que constituyeron el corpus documental de análisis y comprensión de la problemática, cuyo procesamiento se dio en combinación con los programas Atlas.Ti 8.34, para su análisis, interpretación y descubrimiento de patrones, e Iramuteq, para obtener grupos y realizar una clasificación jerárquica descendente (Holguín, 2020).

Los datos, cuyo texto original se encuentra en lengua portuguesa como idioma nativo

de un proceso formativo posgradual en modalidad de Educación Virtual en el Instituto Tecnológico Federal de Minas Gerais (Brasil), fueron sometidos a un análisis de contenido en tres pasos: a) preparación y codificación del texto inicial; b) clasificación descendente realizada por el procesamiento de datos; c) interpretación de las clases a través de agrupaciones o conglomerados (*clusters*).

La preparación inicial del texto implicó reescribir las participaciones de los estudiantes que, según el estudio, en cada caso constituyen un conjunto de textos que forman el corpus de análisis. La recopilación dio origen a un texto organizado en un solo archivo, en el que aparece la expresión de los estudiantes en 14 unidades iniciales de contexto. Cada una de estas unidades está separada por una línea de comando de programación en R, y cada una de estas líneas constituye solo una variable, elegida según el momento de participación tanto de los estudiantes como del docente orientador de cada trabajo de grado y el identificador del tema abordado en cada sección de las participaciones en el foro (\*Participaciones y \*them\_Sobrecarga, \*them\_Percepción\_Azje\_en\_línea hasta \*them\_Despedida\_Fin\_de\_Participaciones). Después de transcribir las participaciones en Microsoft Word, se procedió a convertir el archivo en un texto plano en Notepad o Bloc de notas en la codificación estándar UTF-8 (*Unicode Transformation Format 8 bit codeunits*).

El texto original fue revisado mediante la corrección de errores de escritura y puntuación, junto con la estandarización ortográfica y gramatical del portugués. Además, se caracterizaron acciones no planificadas de los estudiantes participantes y las respuestas aportadas por el docente-orientador durante los momentos de participación en el foro. Ejemplo de ello son las imágenes y emociones como forma de expresión no verbal,



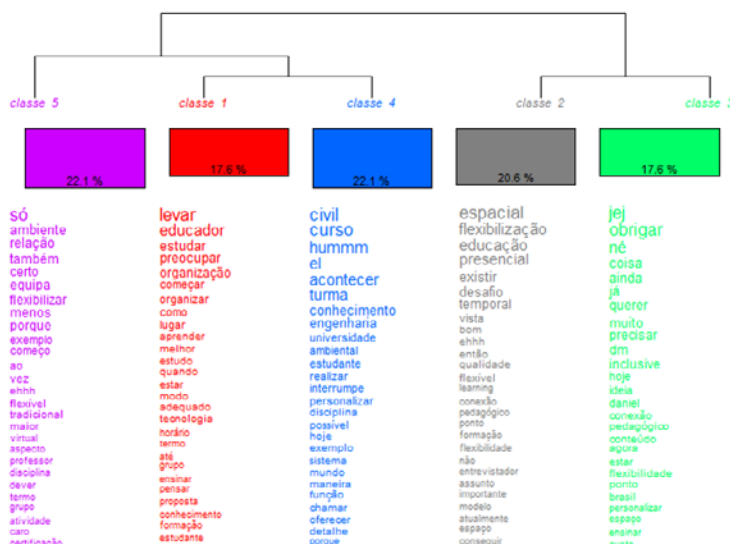
La interpretación de las clases partió del lenguaje de programación R, que incorpora el análisis estadístico con el cálculo de la prueba de Chi-cuadrado  $\chi^2$  de probabilidad Pearson. Esta prueba permite la construcción de un listado ascendente o descendente de palabras, y revela la fuerza de correlación entre las palabras y su ubicación en las clases respectivas de categorización. Se considera que esta correlación es estadísticamente significativa cuando el valor de la prueba Chi-cuadrado experimental es mayor que 3,84 y tiene un *p*-valor asociado menor que 0,001. Por lo tanto, desde la interpretación estadística de la correlación entre las palabras, se puede considerar que a medida que existan valores muy pequeños del estadístico de Chi-cuadrado, proporcionalmente existirá una relación más baja entre las palabras.

Las clases se forman según la relación de varias unidades iniciales de contexto que, al ser procesadas en el compilador del programa, presentan la homogeneidad de las palabras reconocidas en el software como *formas activas* del corpus textual. Estas unidades iniciales de contexto se agruparon en función de las ocu-

rrencias de las palabras y se clasificaron según las raíces y las relaciones que se establecen entre las clases. Esto dio lugar a las *unidades elementales de contexto* que resultan en la creación de una lista que presenta formas reducidas de palabras como los verbos *fazer, educar, dizer, ter* o sustantivos como *certificação*. Tanto las unidades elementales de contexto como las unidades iniciales de contexto se evalúan mediante el uso de la prueba estadística de Chi-cuadrado de Pearson.

Después de procesar y agrupar el corpus textual según la ocurrencia de las palabras en forma de representación factorial de clases (figura 1), se procede al análisis estadístico de conglomerados en Iramuteq, lo que arroja la representación de un dendrograma de clases donde se presentan las cinco clases que agrupan el reporte de participaciones, y se identifican las conexiones entre las que están asociadas entre sí. Por defecto, el sistema asigna a cada clase un color diferente, y las unidades elementales de contexto cuentan con el mismo atributo de color de la clase, así como el aporte de ponderación a la unidad del corpus textual (figura 2).

Figura 2. Dendrograma con el porcentaje de unidades elementales de contexto en cada clase y palabras con índice mayor Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) que reporta el software Iramuteq



Fuente: elaboración propia a partir de datos registrados en el chat de estudiantes.

El dendrograma permite la visualización de las palabras que obtuvieron el mayor porcentaje del promedio de la frecuencia entre esas palabras y sus diferencias. Mediante el uso de la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), la lista de palabras permite un análisis de contenido a partir de los grupos de palabras por cada clase que presentaron un valor mayor que 3,84 y un  $p$ -valor  $< 0,001$ . Posterior al procesamiento de los datos, las cinco clases proporcionadas por el *software* según las unidades elementales de contexto son agrupadas en cada clase; proceso que orienta el ejercicio hermenéutico de extracción interpretativa del *significado* dentro de los datos, aún en la lógica de analizar el contenido a partir de un idioma diferente al de la lengua materna en que se desarrolle la investigación. Los resultados interpretados durante y después del análisis, tanto cualitativa como cuantitativamente, dada la formación mixta del proceso investigativo de asesoría a los estudiantes, se sustentan en la literatura de enfoque epistemológico sobre investigación, educación en línea y tecnología educativa.

Cuando se revisa el dendrograma de clústeres, se evidencian aspectos como la conexión establecida entre el estatuto que orienta el trabajo investigativo del Grupo de Investigación KENTA, la influencia de la perspectiva transmedia (KENTA, 2021; Scolari, 2013), el papel de la educación en línea en momentos de distanciamiento social forzado u obligatorio, y el papel pedagógico que cumple el orientador como dinamizador del aprendizaje. Además, permite valorar la posibilidad de democratizar el acceso a la educación, junto con la importancia de la autoformación en el alcance de los objetivos de aprendizaje perseguidos y en la mejora continua de la calidad educativa.

De acuerdo con el reporte de la figura 2, la clase 1 explica la importancia que da el profesor a la flexibilidad del currículo en relación con la sobrecarga cognitiva como factor a tener en cuenta en los procesos formativos. La clase 2 corrobora la necesidad no solo de acoger el trabajo de flexibilizar el currículo en la educación en línea, sino también de orientar el trabajo de flexibilidad en un proceso educativo análogo. La clase 3 muestra el interés que trae consigo la educación en línea en superar la perspectiva de obligatoriedad del proceso pedagógico en general. La clase 4 evidencia el papel social y la responsabilidad civil natural al proceso educativo de contribuir al desarrollo humano, independientemente de la modalidad análoga o digital en la que se brinde como servicio social. Finalmente, la clase 5 revela la relación directa entre el ambiente de aprendizaje y el logro en él.

Así, los investigadores, profesores (orientadores) y coordinadores que participaron en el programa de formación apoyaron el proceso al estimular la discusión a través de provocaciones de tipo metodológico y procedimental en sesiones especialmente planeadas con este propósito. Se utilizaron técnicas específicas para activar los campos de conversación generativa y, con ello, aportar a una comprensión más profunda de las percepciones de los estudiantes sobre los tópicos de la investigación formativa y su aplicación en un ambiente real de responsabilidad

social, como parte de una comunidad de aprendizaje (Scharmer, 2006; Senge *et al.*, 2012; Receptoğlu y Receptoğlu, 2020).

A continuación, la investigación prosigue con el análisis de los datos y su depuración en niveles diferenciados según la calidad de las aportaciones de los estudiantes y, en algunos casos, de los orientadores. Con este proceso de depuración y la implementación del análisis de contenido para el caso, se pudo verificar que esta triangulación metodológica constituyó una elección adecuada para abordar el estudio. Esto se evidenció en la capacidad de respuesta y la adaptación creativa del modelo de formación investigativa en medio de la crisis de aislamiento por pandemia, actuando como referente para la mejora continua de las intervenciones, ya que simultáneamente surgieron más datos durante un proceso cíclico.

## Descripción de la experiencia

Al suspenderse las sesiones en las aulas del posgrado en el Instituto Tecnológico Federal de Minas Gerais (Brasil), se realizó una convocatoria pública a investigadores con el fin de conformar un banco de perfiles académicos interesados en acompañar como orientadores los trabajos de grado de los estudiantes. Con el equipo seleccionado, se abrieron sesiones en línea para crear colectivamente una propuesta de investigación formativa que condujera al planteamiento de estrategias para la orientación de los trabajos y la producción de conocimiento científico contextual, de acuerdo con el horizonte establecido por el programa posgradual. Además, se llevaron a cabo reuniones entre profesores para discutir acerca de la ruta a implementar durante la asesoría y el diálogo en línea con los estudiantes, así como la manera de afrontar la carga cognitiva durante el trabajo remoto, lo que implicó revisar algunos estudios que mejoraran la

comprensión sobre el aprendizaje remoto, sus oportunidades, sus retos y aspectos no cumplidos (Stiller *et al.*, 2016; Hederich, 2015; Díaz, 2021).

Fruto de este proceso, se reconoció que uno de los retos al momento de investigar, desarrollar e implementar un modelo sincrónico en línea para la investigación formativa en los trabajos de grado, fue posibilitar la escucha cuidadosa y atenta como una estrategia eficaz para impulsar la participación de los involucrados, y planificar la gestión del acompañamiento permanente de los orientadores y coordinadores del programa. Así, la respuesta a cada solicitud, por pequeña que fuese, aunque agotadora, constituyó un aporte *sine qua non* para la reflexión, la acción y la recopilación de datos empíricos, que permitieron la identificación de patrones de comunicación sensibles durante el proceso formativo. Además, se consideraron los siguientes desafíos y oportunidades suficientemente documentados —aunque sin apropiación—, para la educación en línea: a) problemas con el acceso equitativo a la infraestructura remota que impiden capturar el interés de estudiantes y profesores; b) efectos negativos en estudiantes de orígenes vulnerables; c) monotonía-sobrecarga consciente en conferencias digitales en vivo con formato extenso, que requieren un mejor equilibrio entre el aprendizaje sincrónico y el asincrónico; d) diversas luchas individuales libradas durante la pandemia.

Respecto a este último aspecto, se presentaron situaciones como la separación permanente y la pérdida familiar, la soledad del exilio provocado por la cuarentena, las necesidades de competencia interna en el trabajo remoto y en el teletrabajo, las vulnerabilidades debidas a la recesión económica, el desabastecimiento de alimentos y la inseguridad inmobiliaria para vivir, y el acceso limitado a las unidades de cuidado intensivo (UCI) destinadas a la atención

de pacientes infectados y de alto riesgo. En suma, estos desafíos y oportunidades identificados conformaron parte de las preocupaciones de los estudiantes para concluir su trabajo de grado, para mantenerse comunicados y para no desertar de su proceso formativo (Hederich, 2015; ABED, 2019; Branco *et al.*, 2020).

En la búsqueda de atender algunas de estas problemáticas, se aborda una perspectiva transmedia que involucra la palabra (escrita y oral) junto con la imagen (fija y en movimiento) en medios como clips de video y podcast, distribuidos en plataformas digitales como la desarrollada por Google con herramientas tipo Jamboard, Classroom, Podcast y YouTube (Shah, 2021; González, 2022). Esta convergencia de contenidos, medios y plataformas permitió la recopilación de los datos de los estudiantes, que fueron interpretados de acuerdo con los propósitos investigativos del caso abordado. Se evidenció el papel cada vez más fuerte de los profesores como curadores y diseñadores de contenido, sumado a otras actividades de su quehacer docente.

### Sistematización y análisis de la experiencia

Antes de la pandemia, se proyectaba que la industria del *software* crecería de manera progresiva a un ritmo del 4,8 % del PIB en Latinoamérica (IDC, 2020), lo que favorecería el proceso educativo al incluirse aceleradamente recursos, medios y ambientes digitales. Sin embargo, al surgir una crisis educativa provocada por el distanciamiento social, se hizo necesario iniciar un proceso de reflexión para aportar estrategias que permitieran no solo su uso adecuado, sino también la atención a variables como el acceso, la conectividad, el incremento industrial o el desarrollo social, cultural, político, económico y de salud, que inciden en una intervención en investigación formativa mediada por las TIC, de la cual a continuación se presentan sus principales hallazgos en el marco de una formación posgradual enfocada en la innovación participante, la innovación en problemas emergentes y la innovación didáctica.

En este contexto, en el programa posgradual se beneficiaron 214 estudiantes y se produjeron artículos científicos y procesos de intervención como evidencia continua de su formación; fue necesario llevar a cabo diversas estrategias para la fundamentación de la investigación formativa durante la orientación de trabajos de grado desde la perspectiva de la Teoría U (Scharmer, 2006) (tabla 1). Si bien los estudiantes desarrollaron de manera individual su trabajo, la discusión sobre los proyectos y el reconocimiento de variables de control y variables incontrolables se realizaron en forma grupal, como sustento a los problemas emergentes. Esto abarcó ejercicios relacionados con la identificación de categorías, la elaboración de instrumentos y su validación, el modelado y registro de datos en condiciones de aislamiento, el ejercicio de planificación para la organización estudiantil y la etnografía digital, entre otros (Abidin, 2020; Sumial y Tikka, 2020).

Tabla 1. Estrategias de formación posgradual

Estrategia	Descripción
Clases sincrónicas	Diseño de clases sincrónicas con una duración entre una y tres horas, en lugar de ocho horas, con el fin de abordar las necesidades reportadas y los contextos actuales, evitando así el exceso retórico o enciclopédico.
Actividades asincrónicas	Planteamiento de lecturas, vídeos y podcast producidos por los orientadores de trabajo de grado, publicados semanalmente en el AFTIC antes del encuentro general y la actividad sincrónica, con el objetivo de abordar los conceptos de acuerdo con las fortalezas de cada profesor.
Reuniones individuales	Desarrollo de encuentros intersemanales para la orientación y el diálogo entre estudiantes y profesores, con una duración de una hora. Después de algunas interacciones de ensayo y error, se ajustó a encuentros individuales de 30 minutos para tutoría, justo al finalizar las sesiones sincrónicas amplias programadas por cada orientador con su grupo de estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo los encuentros sincrónicos, tanto generales como individuales, los profesores, independientemente de su formación en TIC, hicieron uso de plataformas como Zoom, Meet y Teams, como parte de la transición del proceso formativo de la dinámica presencial analógica a la digital (Singh y Awasthi, 2020; MacMillan *et al.*, 2021; Sarauz *et al.*, 2020). Estas aplicaciones permitieron agrupar a los estudiantes de manera simultánea en salas derivadas durante los encuentros generales, lo que facilitó la recopilación de percepciones sobre aspectos conceptuales de la investigación formativa, el estatuto epistemológico de los proyectos de intervención y la pertinencia metodológica, que luego fueron socializadas en plenaria.

Por otro lado, los estudiantes que no tenían acceso a Internet de banda ancha para participar en las dinámicas del posgrado utilizaron un chat escrito a través de la aplicación WhatsApp, como complemento a las salas en Zoom, Meet y Teams creadas para facilitar el diálogo en red entre pares, generar experiencias de socialización de ideas sobre el trabajo de grado y discutir con los orientadores. Este proceso resalta la importancia de escuchar las percepciones, fortalezas y áreas de mejora de los demás (Gros y Suárez, 2017). Con el

chat escrito personal y el AFTIC, se implementaron enfoques de aula invertida para que los estudiantes pudieran prepararse previamente a los encuentros de socialización, donde se llevaba a cabo la retroalimentación en vivo de los trabajos de grado presentados (Goedhart, 2019; Gökçe, 2020; Tang *et al.*, 2020).

En resumen, la implementación de esta estrategia permitió el desarrollo de ejercicios de heteroevaluación y la construcción del trabajo colaborativo y de la inteligencia colectiva en torno a la formación investigativa. La presentación de ideas, problemas emergentes y estrategias de abordaje relacionados con los trabajos de grado impulsó el diálogo entre pares, con la moderación de un profesor con suficiencia metodológica y teórica. Además, la grabación de los encuentros otorgó responsabilidad intelectual al resto de estudiantes, ya que podían revisar el contenido nuevamente, mientras el profesor podía abordar otros aspectos estructurales, sin perder el sentido de rigor que implica la metodología de investigación. Todo esto se vio enriquecido por las sinergias que ofrece el trabajo en red, una práctica reconocida hoy en día como una forma efectiva de realizar sugerencias y aprovechar las oportunidades que brinda la investigación y la producción de conocimiento.

## Perspectivas de mejora para los datos

Aunque la recopilación de datos semanal en las diferentes cohortes, junto con las sesiones mensuales de socialización, permitieron mejorar paulatinamente el modelo, se identificaron algunos aspectos que requerían mejoras según los comentarios realizados por los estudiantes (tabla 2).

Tabla 2. Aspectos por mejorar

Aspecto	Situación
Exceso de trabajo	Existen casos de estudiantes que enfrentan problemas de salud mental debido al exceso de teletrabajo en su vida profesional, sumado al tiempo requerido para dedicar a la elaboración del trabajo de grado, el cual se reduce significativamente a menos de la cuarta parte (OIT, 2020). Además, se presentan problemáticas relacionadas con la fatiga causada por el uso excesivo de plataformas de videoconferencia (ITForum, 2020).
Soledad y ansiedad	Se manifiesta soledad y ansiedad debido a la crisis económica y sanitaria, lo que ha afectado la productividad científica en los trabajos de grado, que no siempre cumplen con el criterio de calidad. Esta situación se ha agravado por la sobrecarga cognitiva generada por actividades de lectura crítica y argumentación requeridas durante el proceso de investigación formativa.
Regular participación	Se observa una participación irregular que se refleja en la baja calidad de la argumentación durante la fase de los proyectos y en la fase de conclusión de los trabajos de grado. Esto dificulta aprovechar la riqueza cognitiva, el bagaje pedagógico y los aspectos de personalidad adquiridos durante el proceso formativo.

Fuente: elaboración propia.

Para abordar los aspectos mencionados anteriormente, fue necesario implementar las estrategias que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Estrategias implementadas

Aspecto	Estrategia
Exceso de trabajo	Ante el volumen de información manejado y la saturación digital, se optó por dividir las actividades teóricas en segmentos a lo largo de la semana. Para los momentos asincrónicos, se produjeron podcasts y lecturas de artículos que permitieran la fundamentación teórica y la preparación de las sesiones ampliadas. Para los momentos sincrónicos, se promovió la socialización, la discusión y el ajuste de los trabajos de grado a partir de la experiencia práctica de cada caso.
Soledad y ansiedad	Para abordar la soledad y las ansiedades personales, se brindó atención individualizada a cada caso y se contribuyó a la organización del trabajo de los estudiantes.
Regular participación	Para contrarrestar la regular participación, se enfatizó en mejorar el proceso de asesoría e incrementar el tiempo de los encuentros individuales a 30 minutos, con el propósito de guiar a los estudiantes hacia un mejor desarrollo del trabajo de grado individual y mejorar la calidad de su participación al sentirse más seguros al profundizar en los debates y defender sus argumentos.

Fuente: elaboración propia.

En virtud de lo expuesto, desde una perspectiva transmedia, se buscó crear otras experiencias pedagógicas para el posgrado. Esto incluyó la formación de grupos de mensajería instantánea enfocados en el diseño de videoclips y podcasts que enriquecieran cada trabajo de grado (Umut, 2023), así como la realización

de seminarios *web* a modo de coloquio para el diálogo entre saberes y pares, dirigidos por los propios estudiantes y facilitados por los orientadores en calidad de expertos temáticos. Además, se implementaron *webinars* y transmisiones en vivo debido a su potencial comunicativo, tanto en la defensa de los trabajos de grado como en su uso como herramienta pedagógica destinada a ser compartida con escuelas y con otros colegas (Torrau, 2020).

Durante los tres meses de adaptación del modelo, el proceso formativo con 214 estudiantes presentó cuatro casos de retiro debido a limitaciones de infraestructura y desánimo personal (Reich *et al.*, 2020), y otro por el fallecimiento de un familiar infectado por el virus. Además, se recibieron comentarios positivos por parte de estudiantes, orientadores y coordinadores al final de cada encuentro individual y de los encuentros generales de socialización. Aunque el proceso investigativo seguía siendo exigente y riguroso, las estrategias implementadas lograron disminuir la percepción de sobrecarga cognitiva, aunque este fenómeno persistiera en cierta medida en el proceso.

Sin embargo, un desafío que no se pudo abordar completamente fue mejorar la calidad de la participación del conjunto de estudiantes, debido a factores como la falta de compromiso de algunos de ellos, quienes no percibían el potencial suficiente en la formación posgradual, la investigación formativa y, por ende, en el desarrollo de sus trabajos de grado. Esta falta de compromiso limitó la identificación de la dimensión práctica y los beneficios de la organización estudiantil.

## Consideraciones finales

La necesidad de llegar a audiencias más amplias exige que los educadores vinculados a procesos de investigación formativa se

apropien de técnicas de formación remota y manejen tanto la palabra oral y escrita como la imagen fija y en movimiento, como parte de los desafíos planteados por una pandemia mundial que aceleró la inclusión de las TIC en escenarios educativos donde poco lo habían hecho. Estas tecnologías deben ser implementadas conscientemente para alcanzar logros similares a los obtenidos en procesos presenciales análogos (Hederich, 2015). En este reporte, se presentaron los resultados de la adaptación de un programa de investigación formativa en trabajos de grado basado en la experiencia obtenida al implementar el enfoque remoto y una perspectiva transmedia (sistemas simbólicos, medios y plataformas) para la conclusión de un programa de posgrado.

Del mismo modo, se consiguió identificar y enfrentar algunos desafíos culturales con los que se encontraron las comunidades educativas en el mundo, entre ellos, la desmotivación y el problema de asumir el compromiso tanto personal como ante la ciencia en su inagotable caminar hacia la construcción de conocimiento. Así, desde un enfoque como el de la "Teoría U", se buscaron otras perspectivas y alternativas para el desarrollo de procesos de investigación formativa en trabajos de grado a distancia, y se plantearon estrategias relacionadas tanto con clases sincrónicas, actividades asincrónicas, reuniones individuales, como con la atención al exceso de trabajo, la soledad y la ansiedad, y la regular participación, para contribuir a la formación de profesionales con acciones concretas en la modalidad de educación en línea.

Entre los hallazgos, se destaca que una perspectiva transmedia es promisorio para abordar la sobrecarga cognitiva, ya que permite el manejo de formatos interactivos multimedia que posibilitan otras formas de apropiación de contenidos en el ámbito investigativo, teniendo en cuenta los tiempos

reales con que cuentan los estudiantes que realizan un programa de posgrado. Esto constituye un avance en las discusiones sobre las estrategias a utilizar en el aprendizaje remoto y sobre la eficacia pedagógica a alcanzar en la educación científica, aspectos que dialogan con trabajos como los de Calzati y López (2021), Frontera (2019), Jenkins (2015), KENTA (2021), McErlean (2018), Maloney (2022) y Scolari (2013).

## Referencias

- ABED. (2019). *Censo EAD.br: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2018*. InterSaberes. [http://abed.org.br/arquivos/Censo\\_Digital\\_Ead\\_2018\\_Portugues.pdf](http://abed.org.br/arquivos/Censo_Digital_Ead_2018_Portugues.pdf)
- Abidin, C. (2020). Somewhere between Here and There: Negotiating Researcher Visibility. A Digital Ethnography of the Influencer Industry. *Journal of Digital Social Research*, 2(1), 56-76. <https://doi.org/10.33621/jdsr.v2i1.20>
- Alpi, K. y Evans, J. (2019). Distinguishing Case Study as a Research Method from Case Reports as a Publication Type. *Journal of the Medical Library Association*, 1(107), 1-5. <http://dx.doi.org/10.5195/jmla.2019.615>
- Alshammari, M. y Qtaish, A. (2019). Effective Adaptive E-Learning Systems According to Learning Style and Knowledge Level. *Journal of Information Technology Education: Research*, 18, 529-547. <https://doi.org/10.28945/4459>
- Bania, J. y Banerjee, I. (2020). *Impact of COVID-19 Pandemic on Higher Education: A Critical Review*. Global University Network for Innovation. [http://www.guninetwork.org/files/guni\\_impact\\_of\\_covid\\_19\\_pandemic\\_on\\_higher\\_education\\_a\\_critical\\_review\\_india.pdf](http://www.guninetwork.org/files/guni_impact_of_covid_19_pandemic_on_higher_education_a_critical_review_india.pdf)
- Branco, L., Conte, E. y Habowski, A. (2020). Evasão na educação a distância: pontos e contrapontos à problemática. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 25(1). <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772020000100008>
- Calzati, S. y López-Varela A. (2021). Introduction to Transmediality as a Strategy: Critical Skills and Technical Expertise for Today's Media Galaxy. *International Journal of Transmedia Literacy (IJTL)*, 5, 7-15. <https://doi.org/10.7358/ijtl-2019-000-intr>
- Campos-Olazabal, P. (2020). La importancia de la investigación formativa como estrategia de aprendizaje. *Educare et Comunicare: Revista científica de la Facultad de Humanidades*, 8(1), 88-94. <https://www.doi.org/10.35383/educare.v8i1.397>
- Canales-Reyes, R. y Silva-Quiróz, J. (2020). De lo presencial a lo virtual, un modelo para el uso de la formación en línea en tiempos de Covid-19. *Educar em Revista*, 36. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.76140>
- Carballo-Soca, A. (2023). Hacia una noción integral de educación digital. *Órbita Científica*, 29(123). <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/1726>

- Coronado, M. y Barraza, M. (2018). Estudio instrumental para verificar el diseño instruccional en cursos de formación. *Diálogos Pedagógicos*, 31(16), 20-34. [http://dx.doi.org/10.22529/dp.2018.16\(31\)02](http://dx.doi.org/10.22529/dp.2018.16(31)02)
- Crawford, J., Butler, K., Rudolph, J., Malkawi, B., Glowatz, M., Burton, R., Magni, P. y Lam, S. (2020). COVID-19: 20 Countries' Higher Education Intraproduct Digital Pedagogy Responses. *Journal of Applied Learning y Teaching*, 3(1), 9-28. <https://doi.org/10.37074/jalt.2020.3.1.7>
- Cusack, C., Cohen, B., Mignone, J., Chartier, M. y Lutfiyya, Z. (2018). Participatory Action as a Research Method with Public Health nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 7(74), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1111/jan.13555>
- Díaz-Cánepa, C. (2021). Autorregulación y carga de trabajo en teletrabajo durante la pandemia COVID-19. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 3(3), 52-68. <https://doi.org/10.29393/EID3-25ACCD10025>
- Falcade, A., Falcade, L., Abegg, I. y Biondo, U. (2022). FACCE: Framework para avaliação da carga cognitiva na educação online. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(2), 111-129. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.2.111>
- Foronda-Rojo, A. (2021). *Competencias mediáticas e informacionales, valores y actitudes machistas en alumnado universitario ecuatoriano: exploración e intervención* (tesis de doctorado). Universidad del País Vasco, España. <https://addi.ehu.es/handle/10810/52160>
- Frontera, C. (2019). *La narrativa transmedia: propuestas interactivas para trabajar en el aula* (2.ª ed.). Sb Editorial.
- Gañan-Moreno, A., Soto-Hincapié, E., Pérez-Cortes, L., Orejuela-Gómez, J. y Moreno-Cabezas, S. (2021). Placer y sufrimiento en el desarrollo del trabajo de grado: estudio de caso en estudiantes de pregrado de Medellín (Colombia). *Cultura Educación y Sociedad*, 12(2), 113-130. <http://dx.doi.org/10.17981/culteducoc.12.2.2021.07>
- Garcés-Quiñones, O., Vitar, J., Ochoa-Guevara, N. y Mendoza-Díaz, J. (2023). Guía de aprendizaje como estrategia didáctica mediada por las TIC en la educación remota en momentos de confinamiento. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 11(2), 1-17. <https://doi.org/10.22209/rhs.v11n2a07>
- García-Peñalvo, F. (2021). Transformación digital en las universidades: implicaciones de la pandemia de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 22. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/205581>
- Giesecke, M. (2020). Estrategias cualitativas para la innovación educativa en el marco del aprendizaje y servicio solidario y la experiencia profesional anticipada. *Acta Herediana*, 63, 45-54. <https://doi.org/10.20453/ah.v63i1.3701>
- Goedhart, N., Blignaut, N. van., Moser, C. y Zweekhorst, M. (2019). The Flipped Classroom: Supporting a Diverse Group of Students in their Learning. *Learning Environments Research*, 22, 297-310. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10984-019-09281-2>
- Gökçe-Erbil, D. (2020). A Review of Flipped Classroom and Cooperative Learning Method within the Context of Vygotsky Theory. *Frontiers in Psychology*, 11, 1157. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01157>
- González-Cabrera, N. (2022). *Pedagogía intercultural desde el análisis semiótico y la alfabetización mediática en ciclo v* (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/17459>

- Gros-Salvat, B. y Suárez, G. (Eds.). (2017). *Pedagogía red: una educación para tiempos de Internet*. Octaedro.
- Guarnizo-Chávez, A. (2021). Vicisitudes y retos pedagógicos en medio de la emergencia sanitaria. La formación médica en tiempos de COVID-19. *Educación Médica*, 22, S23-S26. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.01.008>
- Hederich, M. (2015). Las expectativas frustradas de la educación virtual: ¿cuestión de estilo cognitivo? En Á. Camargo (ed.), *Educación y tecnologías de la información y la comunicación* (pp. 17-48). Universidad Pedagógica Nacional.
- Holguín, V. (2020). *Legados de políticas públicas de atenção integral à primeira infância: comparação entre os programas Primeira Infância Melhor (PIM, Rio Grande do Sul, Brasil) e De Cero a Siempre (Colômbia)* (tesis de doctorado). Universidade Federal de São Carlos, Brasil. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12860>
- Ibarra-Corona, M. (2023). *Metodología para el desarrollo de plataformas de tecnología educativa con base en patrones arquitectónicos y de diseño de software* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- IDC. (2020). *Industria de TI en Latinoamérica podría perder al menos \$ 15 mil mdd en 2020 por el impacto de COVID-19 en la inversión*. IDC Analyze the Future. International Data Corporation. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prLA46215820>
- ITForum. (5 de mayo del 2020). *Review: colocamos à prova os 5 principais serviços de videoconferência*. <https://itforum.com.br/noticias/review-colocamos-a-prova-os-5-principais-servicos-de-videoconferencia/>
- Jenkins, H. (2015). *Cultura transmedia: la creación de contenido y valor en una cultura en red*. Gedisa.
- Jiménez-Sánchez, D., Terrado-Sieso, E., López del Val, A., Gutiérrez-Pablo, H. y Gómez-Gómez, M. (2022). *Feedback by design: la mejora de prácticas de feedback en educación superior a través del diseño aprendizaje* (ponencia). VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, Valencia, 6 al 8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15862>
- KENTA. (2021). *La alfabetización transmedia como escenario de formación en inglés para estudiantes en condición de vulnerabilidad* (informe de investigación). Universidad Pedagógica Nacional.
- Krippendorff, K. (2012). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (3.ª ed.). Sage Publications.
- Kubrusly, M., Coelho, R., Augusto, K., Junior, A., Oliveira-Santos, D. de. y Oliveira, C. de. (2021). Percepção docente sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino remoto durante a pandemia COVID-19. *Research, Society and Development*, 10(5). <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15280>

- Lemish, D., Jordan, A. y Rideout, V. (Eds.). (2017). *Children, Adolescents, and Media: The future of research and action*. Routledge.
- León-Cázares, F., Becerra-Peña, D., Moreno-Arellano, C. y Borrayo-Rodríguez, C. (2024). Percepciones del proceso enseñanza-aprendizaje con estudiantes universitarios a partir de la COVID-19. *Revista Fuentes*, 26(1), 48-59. <https://doi.org/10.12795/revista-fuentes.2024.23562>
- Lima-Silvain, G. (2017). Enriquecer la realimentación para consolidar aprendizajes. *Virtuallidad, Educación y Ciencia*, 8(14), 9-26. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v8.n14.17328>
- Lucas, B. y Karen, M. (2015). O que é antigo também é novo: pesquisa participativa ativa. *Texto, Contexto, Enfermagem*, 1(24), 7-8. <https://doi.org/10.1590/0104-07072015000EDIT01>
- MacMillan, K., Mangla, T., Saxon, J. y Feamster, N. (2021). Measuring the Performance and Network Utilization of Popular Video Conferencing Applications. En *Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference* (pp. 229-244). <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3487552.3487842>
- Martínez-Rizo, F. (2020). Conclusión general: cómo mejorar la formación de los futuros investigadores. En R. Martínez (ed.), *El nuevo oficio del investigador educativo: una introducción metodológica* (pp. 358-360). Universidad Autónoma de Aguascalientes. [https://editorial.uaa.mx/docs/ex\\_nuevo\\_oficio\\_investigador\\_educativo.pdf](https://editorial.uaa.mx/docs/ex_nuevo_oficio_investigador_educativo.pdf)
- Mateus, J., Andrada, P. y Quiroz, M. (Eds.). (2020). *Media Education in Latin America*. Routledge.
- McErlean, K. (2018). *Interactive Narratives and Transmedia Storytelling. Creating Immersive Stories Across New Media Platforms*. Routledge.
- Moloney, K. (Ed.). (2022). *Transmedia Change: Pedagogy and Practice for Socially-Concerned Transmedia Stories*. Routledge.
- Morales, M. (2016). Participatory Action Research (PAR) Cum Action Research (AR) in Teacher Professional Development: A Literature Review. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 156-165. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105165.pdf>
- OEI. (2020). *La educación del mañana: ¿inercia o transformación?* Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://oei.int/publicaciones/la-educacion-del-manana-inercia-o-transformacion>
- OIT. (2020). *El teletrabajo durante la pandemia de COVID-19 y después de ella: Guía práctica* (pp. 5-19). Organización Internacional del Trabajo. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms\\_758007.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms_758007.pdf)
- Orozco-Alvarado, J., Cruz-Acevedo, A. y Díaz-Pérez, A. (2020). Simulación como estrategia didáctica en las prácticas de formación docente. Experiencia en la carrera Ciencias Sociales. *Revista Torreón Universitario*, 9(25), 16-28. <https://doi.org/10.5377/torreon.v9i25.9851>
- Pacheco-Cortés, A. y Infante-Moro, A. (2020). La resignificación de las TIC en un ambiente virtual de aprendizaje. *Campus Virtuales*, 9(1), 85-99. <http://www.uaajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/537>
- Recepoğlu, S. y Recepoğlu, E. (2020). Transformation of Schools to Professional Learning Communities. En *Theory and Research in*

*Educational Sciences* // (pp. 195-207). [https://www.gecekitapligi.com/Webkontrol/uploads/Fck/education\\_3.pdf#page=201](https://www.gecekitapligi.com/Webkontrol/uploads/Fck/education_3.pdf#page=201)

Reich, J., Buttner, C., Fang, A., Hillaire, G., Hirsch, K., Larke, L., Littenberg, T., Moussapour, R., Napie, A., Thompson, M. y Slama, R. (2020). *Remote Learning Guidance from State Education Agencies During the COVID-19 Pandemic: A First Look*. MIT Teaching Systems Lab. <https://doi.org/10.35542/osf.io/437e2>

Sánchez, G., Medina M., Pérez, M., Mendoza, A. y Martínez A. (2015). Investigación-acción participativa; la educación para el autocuidado del adulto maduro, un proceso dialógico y emancipador. *Atención Primaria*, 9(47), 573-580. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2014.12.008>

Sarauz, M., Shuguli, J., Vaca, D. y Villafuerte, R. (2020). Evaluación de satisfacción a los estudiantes sobre el uso del software Microsoft Teams. *Minerva*, 1(2), 13-18. <https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva/article/view/7>

Scharmer, O. (2006). *Theory U: Leading from the Future as it Emerges. The Social Technology of Presencing*. The Shambhala Institute for Authentic Leadership. <http://www2.waisman.wisc.edu/cedd/naturalsupports/pdfs/summer/Theory.pdf>

Scolari, C. (2013). *Narrativas transmedia: cuando todos los medios cuentan*. Deusto.

Senge, P., Scharmer, O. y Winslow, D. (2012). 30 Years of Building Learning Communities: A Dialogue with Peter Senge, Otto Scharmer and Darcy Winslow. *Reflections: The SOL Journal on Knowledge, Learning, and Change*, 13(1), 1-13. [https://www.researchgate.net/publication/327321232\\_30\\_Years\\_of\\_Building\\_Learning\\_Communities\\_A\\_Dialogue\\_with\\_Peter\\_Senge\\_Otto\\_Scharmer\\_and\\_Darcy\\_Winslow\\_-\\_Part\\_II](https://www.researchgate.net/publication/327321232_30_Years_of_Building_Learning_Communities_A_Dialogue_with_Peter_Senge_Otto_Scharmer_and_Darcy_Winslow_-_Part_II)

Shah, P. (2021). *An Exploratory Study: How Early Childhood Preservice Teachers Construct Their Understanding of Technology Integration in a Technology-Infused Social Studies Methods Course* (tesis de doctorado). George Mason University, USA. [http://eboot.gmu.edu/bitstream/handle/1920/12931/Shah\\_gmu\\_0883E\\_12708.pdf](http://eboot.gmu.edu/bitstream/handle/1920/12931/Shah_gmu_0883E_12708.pdf)

Singh, R. y Awasthi, S. (2020). Updated Comparative Analysis on Video Conferencing Platforms-Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WebEx Teams and GoToMeetings. *EasyChair Preprint*, 4026, 1-9. [https://www.easychair.org/publications/preprint\\_download/Fq7T](https://www.easychair.org/publications/preprint_download/Fq7T)

Stiller, K. y Köster, A. (2016). Learner Attrition in an Advanced Vocational Online Training: The Role of Computer Attitude, Computer Anxiety, and Online Learning Experience. *European Journal of Open, Distance and e-Learning*, 19(2), 1-15. <https://doi.org/10.1515/eurodl-2016-0004>

Sumial, J. y Tikka, M. (2020). Digital Ethnographers on the move. An Unexpected Proposal. *Journal of Digital Social Research*, 2(1), 39-55. <https://doi.org/10.33621/jdsr.v2il.37>

- Taib, J., Satari, H., Sokhibul, F. y Tussaripah, H. (2020). An Evaluation of an Interactive E-Tajweed System for The Surah of Yaasin. *Journal of Critical Reviews*, 7(8), 994-997. <https://www.jcreview.com/admin/Uploads/Files/61c633af229341.42100984.pdf>
- Tang, T., Abuhmaid, A., Olaimat, M., Oudat, D., Aldhaeabi, M. y Bamanger, E. (2020). Efficiency of Flipped Classroom with Online-Based Teaching Under COVID-19. *Interactive Learning Environments*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>
- Torrau, S. (2020). Exploring Teaching and Learning about the Corona Crisis in Social Studies Webinars: A Case Study. *Journal of Social Science Education*, 19, 15-29. <https://doi.org/10.4119/jsse-3456>
- Turpo-Gebera, O., Mango-Quispe, P., Cuadros-Paz, L. y Gonzales-Miñán, M. (2020). La investigación formativa en la universidad: sentidos asignados por el profesorado de una Facultad de Educación. *Educação e Pesquisa*, 46. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634202046215876>
- Umut-Roziboyovich, K. (2023). Essential Characteristics of the Concepts “Flipped Classroom” and “Podcasts” in Modern Teaching Methodology. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 3(1), 113-129. <https://www.eipublication.com/index.php/eijmrms/article/view/607>
- Unesco. (2020). *COVID-19 and Higher Education: Learning to Unlearn to Create Education for the Future*. Academic Impact; Naciones Unidas. <https://academicimpact.un.org/content/covid-19-and-higher-education-learning-unlearn-create-education-future>
- Universities UK. (2020). *How Universities are helping fight COVID-19*. <https://www.universitiesuk.ac.uk/sites/default/files/uploads/Reports/we-are-together-case-studies-covid-19.pdf>
- Wang, C., Cheng, Z., Yue, X. y McAleer, M. (2020). Risk Management of COVID-19 by Universities in China. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(2), 36. <https://doi.org/10.3390/jrfm13020036>
- World Economic Forum, Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y Sarma, S. (2020). *Returning to the Classroom Will Be a Chance to Rethink its Purpose*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/returning-to-the-classroom-will-be-a-chance-to-rethink-its-purpose/>