

Tecné Episteme y Didaxis

TED 58

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 58, segundo semestre de 2025

ISSN 2665-3184 para el formato impreso

ISSN 2323-0126 para el formato WEB-Online

Clasificada en Publindex Minciencias en categoría B



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

Secretaría General

Hugo Daniel Marín Sanabria

Decano Facultad de Ciencia y Tecnología

Editora

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

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

Fredy Johan Espitia B.

Diagramación y portada

Guillermo Castillo

Laura Camacho

Corrección de estilo

Julián Arcila

Indexación de revistas

Íngrid González

Traducción y corrección de resúmenes en inglés y portugués

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

Gina Paola Ojeda González
Estudiante de Doctorado en
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Árbitros

Alba Lucia Venegas Guerrero
Alba Nubia Muñoz Montilla
Angelica Angélica María Rodríguez Ortiz
Blanca Rodríguez Hernández
Carlos Alberto Espinoza Arica
Carolina María González Velásquez
Cleci T. Werner da Rosa
Denis Toledo-Nieto
Doctor Emmanuel Poblete Trujillo
Edgar Estrada Taboada
Fábio André Sangiogo
Graciela Ordóñez
Javier Osvaldo Moreno Caro
John Jairo Páez Rodríguez
Jonathan Andrés Mosquera
Juan Carlos Burbano Jaramillo
Julio Manuel Lora Pino
Larissa Carniel da Silva
Leonardo Abella-Peña
Liliana Vargas
Lisbeth Lorena Alvarado Guzmán
Luis Carlos Ramírez-Olaya
María Angélica García Medina
Maria Cristina Pansera de Araújo
Maritza Mateus-Vargas
Mayerly Johana Puchana
Nelson Enrique Hoyos
Oscar Rodrigues dos Santos
Roberto Greco
Rosa Nidia Tuay Sigua
Roy Waldhiersen Morales Pérez
Thiago Santos Guimarães
William Manuel Mora Penagos
Yuly Hadbleydy Rivera Vargas

Contenido

Editorial 7-10

O cinema em sala de aula: Guia do educador para o filme *Como treinar o seu dragão* (2010) 11-31

Lucas de Esquivel Dias Brandão, Arthur Honorato dos Santos Silva,
Ítalo Moreira Martins, Marcelo Diniz Monteiro de Barro

Recursos digitales interactivos para la enseñanza de ecosistemas: tipologías, enfoques y desafíos didácticos 32-50

Johan Alberto Guevara-Córdoba, Víctor López-Simó

Efectos de un videojuego en la mejora del pensamiento computacional de estudiantes universitarios 51-68

Carlos David Moncada-Beltrán, Oscar Orlando Mariaca-Orozco,
Diego Mauricio Rivera-Pinzón

Identificando conocimientos previos: un primer paso para la comprensión del cambio climático 69-87

Viviana Patricia Obando-Melo, Sonia Yaneth López-Ríos, María Mercedes Jiménez-Narváez,
Ana Sabina Barrios-Estrada, Hugo Ferney Leonel

Educar en la universidad para el cambio climático: ¿qué piensan los estudiantes? 88-103

María Mercedes Callejas-Restrepo, Marco Tulio Espinosa-López

Projeto político pedagógico do curso de medicina: uma análise à luz da idoneidade didática ecológica 104-120

Pedro Fonseca de Vasconcelos, Tânia Cristina Rocha Silva Gusmão,
Ana Cristina Santos Duarte

O DNA da Química: o teste de paternidade de Lavoisier na extensão universitária 121-139

Natany Dayani de Souza Assai, Pedro Henrique Raposa Moreira,
Emanuelle Alcantara Fernandes, Malvão e Souza, Luis Otávio da Silva Barbosa

Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo? 140-162

Nicolás Velasco, Laura Buteler

Formação de professores de Química na América Latina: elementos históricos, epistemológicos e metodológicos	163-182
Maria do Carmo Galiazzi, Vivian dos Santos Calixto, Ana Laura Salcedo de Medeiros, Andrei Steveen Moreno-Rodríguez	
Vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones del CDC en Latinoamérica	183-204
Diana Lineth Parga-Lozano, Jonatan López-Castillo	
Exploración del conocimiento pedagógico del contenido en un docente novel de física	205-221
Robinson Viafara- Ortiz, Amanda Cardona-Prato, Ashley Montañó-Duarte	
Autoeficacia de profesores de matemáticas en formación. Revisión de la literatura en Latinoamérica	222-239
María Nubia Soler-Álvarez, Nilson Genaro Valencia-Vallejo	
O sistema conceitual químico como um sistema de atividade	240-256
Jaqueline Ritter, Maria Beatrice Ligorio	
Dimensión política de la educación en ciencias en función del capital contracultural	257-273
Boris Fernando Candela	
ATE y STEM: precisiones pedagógicas de su aplicación en la educación en tecnología	274-291
John Alexander Pulido Varela	
La creatividad en la educación científica: una experiencia de aula en torno al concepto de ondas sonoras	292-310
Jhon Daniel Pabón-Rúa, Sonia Yaneth López-Ríos	
Influencia occidental en representaciones del fenotipo humano: análisis crítico de experiencia educativa	311-327
Esteban Enrique Tascón-Escalona, Nelson Enrique Hoyos	

Editorial

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

Educaciones en ciencia, tecnología y matemáticas comprometidas con la formación integrada, política y cultural

Para el número 58 de la revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* se avalaron 17 artículos provenientes de autores de Argentina, Brasil, Colombia y España. De estos, dos artículos son reportes de caso educativo, dos son artículos tipo ensayo y trece son artículos de investigación. Como aspecto en común, se evidencia en la mayoría de escritos una preocupación de las educaciones en ciencia, tecnología y matemáticas que favorezcan resolver problemas sociales, culturales y ambientales, lo que demanda de niveles de pensamiento crítico, emancipador, computacional, argumentación, en los estudiantes y profesores que están siendo formados.

En los trece artículos de investigación se identificaron estas tendencias: preocupación por una educación científica (EC) articulada con la educación ambiental (EA) y educación en tecnologías digitales (ETD); programas de formación adecuados a la inserción del entorno de los futuros profesionales; la formación inicial y la integración que hacen los futuros profesores.

- En la *articulación de educaciones*, de acuerdo con Parga (2019; 2024) y Mora y Parga (2025) la educación científica integrada con la educación ambiental genera la llamada ambientalización curricular o inclusión de la dimensión ambiental curricular, que además da cuenta de la inclusión de principios de sustentabilidad ambiental y el abordaje de cuestiones socioambientales en la formación inicial y permanente del profesorado al integrar el desarrollo curricular y la enseñanza de contenidos ambientalizados. En la relación de las educaciones en ciencias y tecnologías digitales hoy se favorecen a nivel internacionales investigaciones sobre el llamado conocimiento didáctico del contenido tecnológico (TPACK), por ejemplo.

En la *articulación de estas educaciones* (EC - EA y EC - ETD), los artículos de este número proponen el uso de *filmes*, de recursos educativos digitales, el uso de videojuegos educativos y su impacto, necesarios para el desarrollo del pensamiento computacional y la resolución de problemas complejos. En el contexto de la educación ambiental se presenta preocupación por los conocimientos previos y los errores conceptuales frente al cambio climático y la educación en cambio climático articulada a los

currículos de formación profesional; así mismo, con los *filmes* y recursos digitales se plantea que estos permiten analizar relaciones ecológica de depredación y cooperación, y conceptos y valores como el respeto por los seres vivos. Así se presentan los artículos:

- O cinema em sala de aula: Guia do educador para o filme Como treinar o seu dragão (2010)
 - Recursos digitales interactivos para la enseñanza de ecosistemas: tipologías, enfoques y desafíos didácticos
 - Efectos de un videojuego de realidad aumentada en la mejora del pensamiento computacional de estudiantes universitarios
 - Conocimientos previos sobre el sistema clima: un primer paso hacia la comprensión del cambio climático.
 - Educar en la universidad para el cambio climático: ¿Qué piensan los estudiantes?
- En la tendencia *programas de formación* adecuados a la inserción del entorno de los futuros profesionales, los autores analizaron el proyecto pedagógico de un programa de formación y la estrategia de los “juicios simulados” que buscan favorecer habilidades críticas y argumentativas. Esto se presenta en los artículos:
 - Projeto político pedagógico do curso de medicina: uma análise à luz da idoneidade didática ecológica
 - DNA da química: o teste de paternidade de Lavoisier na extensão universitária.
 - En la *formación inicial y la integración que hacen los futuros profesores* existe la preocupación al respecto del contenido disciplinar, las estrategias de enseñanza, su diseño y selección, la evaluación formativa, la construcción de la autoeficacia (a propósito de cómo se construye esta y aporta a la formación inicial), las tensiones entre las creencias docentes y sus acciones pedagógico didácticas.

En este conjunto de artículos se indaga por el papel del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en la formación inicial y en el profesorado en servicio. Frente a esto, algunos autores lo presentan como CPC o conocimiento pedagógico del contenido, lo que asumo como conocimientos diferentes. También se destaca la necesidad de formar en perspectiva epistemológica e histórica, lo que desde Parga y Mora (2021) es fundamental al configura el CDC del profesorado. Finalmente se destaca una investigación sobre la enseñanza centrada en el desarrollo humano para lo cual se analiza la relación entre competencia y habilidad. En esta sentido se presentan los artículos:

- Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo?
- Formação de Professores de Química da América Latina: elementos históricos, epistemológicos e metodológicos.
- Vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones del CDC en Latinoamérica
- Exploración del conocimiento pedagógico del contenido en un docente novel de física.
- Autoeficacia de profesores de matemáticas en formación. Revisión de la literatura en Latinoamérica
- O sistema conceitual no ensino de Química: qual a dialética por detrás de seus sentidos e significados ao compor um sistema de atividade?

Los dos ensayos presentados analizan la dimensión política de la educación en ciencias en función del capital contracultural y las llamadas Actividades Tecnológicas Escolares (ATE) y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), sus precisiones pedagógicas desde su aplicación en la educación en tecnología.

Ambos escritos, son importantes hoy en el marco de las discusiones que se vienen dando en la formación docente y las investigaciones que se hacen en educación en Ciencia y Tecnología a propósito de conceptos como el *contrato social de la ciencia*, *formación ciudadana*, *formación política* y *enfoque STEM*.

Esta importancia radica en la necesidad de formar para comprender las crisis urgentes de hoy, como la climática y sanitaria, aunadas a la inseguridad, polarización política, populismos, e injusticia social, que pueden verse como

“problemas perversos”, porque entre otras, generan incertidumbre y tensión. Ante esto, Mora Penagos (2025) argumenta que se demanda de “un nuevo “contrato social de las ciencias” y de un “giro sociopolítico de la educación en ciencias” para incorporar el decrecimiento ordenado y gradual, la alfabetización ciudadana ambiental y la justicia territorial. En este sentido, Lubchenco (1998) y otros autores, plantean que estamos en el siglo medioambiental o de la naturaleza, que demanda de un nuevo contrato social para la ciencia, considerando las crisis actuales, o colapso social, como grandes desafíos para los individuos, las instituciones y la sociedad. Según Mora (2024) esto implica tomar decisiones informadas sobre políticas y gestión y su relación con la seguridad nacional, la justicia socioambiental, la economía y la salud. El nuevo contrato supone que “los científicos atenderán las necesidades más urgentes de la sociedad, en proporción a su importancia; comunicarán amplia y claramente su conocimiento para informar las decisiones de individuos e instituciones; ejercerán buen juicio, sabiduría y humildad” (Mora Penagos, 2024, p.171). Es una formación ciudadana que puede favorecerse desde la ambientalización curricular (Parga, 2022).

En este sentido, ¿cuál debe ser el giro de la educación científica y tecnológica? Frente a reflexiones y propuestas como las enunciada se presenta el artículo “La dimensión política de la educación en ciencias en función del capital contracultural” que cuestiona los principios que sustentan la educación en ciencias convencional y reflexiona sobre estrategias que demandan transformar al profesorado y a la ciudadanía en general hacia posturas emancipadoras.

Por otro lado, al considerar que las ciencias son pilar de la educación primaria y secundaria y de los planes de estudio de la educación superior en todo el mundo, se continua demandando enfoques interdisciplinarios de la

enseñanza de las ciencias, enfoques que han sido prominentes en la educación durante más de un siglo, y como dicen Johnson y Czerniak (2023), se encuentra documentación temprana en revistas del campo, como la revista *School Science and Mathematics* (fundada en 1901) y *Science Education* (establecida como *General Science Quarterly* en 1916).

Hoy se pone mayor énfasis en la integración de disciplinas, como las matemáticas, la tecnología y los conceptos y habilidades de ingeniería, como facetas sobre cómo se desarrolla la ciencia; se demanda de más investigación acerca del uso de la integración en ciencias, que permita examinar el impacto de esta en la formación estudiantil; así mismo, es pertinente investigar modelos de formación docente que impartan una formación integrada, y realizar investigación empírica sobre la integración de ingeniería y ciencias, pues existen pocos artículos al respecto. Asimismo, son desafíos persistentes para la implementación de STEM integradas a las perspectivas docentes y los retos relacionados con su formación, la transformación de los programas de formación docente y su desarrollo profesional.

De acuerdo con esto, el artículo “Actividades Tecnológicas Escolares (ATE) y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), sus precisiones pedagógicas desde su aplicación en la educación en tecnología” explora las precisiones pedagógicas necesarias para la implementación efectiva de ATE y STEM en la educación en tecnología, presentando un marco que define y contextualiza ambos enfoques, analiza sus teorías y describe componentes del diseño didáctico de las ATE y se examina el enfoque STEM.

Los reportes de caso educativo fueron sobre la creatividad en la educación científica: al enseñar el concepto de ondas sonoras y sobre la influencia cultural de las representaciones del fenotipo humano.

Respecto a la *creatividad* los autores la asumen como una interacción biológica y cultural que emerge de factores intervinientes en su desarrollo, si bien esta ha sido considerada a partir de diferentes perspectivas. Desde la educación en ciencias, esto lo considero una habilidad necesaria a propósito del mundo incierto y compulsivo en el que estamos y que debe favorecerse en el estudiantado que permita comprender la ciencia hoy y el nuevo sujeto social y democrático que demanda ser formado.

El artículo sobre la “Influencia cultural de las representaciones del fenotipo humano” nos muestra esa *dimensión cultural* que interactúa con la educación científica. Para esto se analizó el concepto de sistematización, que además de organizar y describir, permite reflexionar sobre regularidades. En este proceso se identificaron ideologías asociadas a la eugenesia y al el ideal de progreso individual y social considerando perspectivas biológicas y socioculturales. Este artículo aporta a la dinámica de una enseñanza y educación científica más allá de lo disciplinar.

Referencias

- Johnson, C. C. y Czerniak, C. M. (2023). Interdisciplinary approaches and integrated stem in science teaching. In Lederman, N.G., Zeidler, D.L. y Lederman, J.S. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education: Volume III* (pp. 559-585). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855758>
- Lubchenco, J. (1998). Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*. 279(23), 491-497.
- Mora Penagos, W. M. (2024). Articulación entre educación ambiental y educación en ciencias en escenarios de cambio global: aportes a una educación resiliente pos-sostenibilidad desde una didáctica centrada en cuestiones socioambientales. En Parga, D. L., Zapata, P. N., Tuay, R. N. (Comp). *Educación en ciencias y matemáticas: contextos, desafíos y oportunidades*. XVII Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía (pp.163-194). Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE). Editorial Universidad Pedagógica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/19575>
- Mora Penagos, W. M. (Ed.). (2025). *Los escenarios actuales de crisis e incertidumbre. Necesidades educativas en pensamiento crítico y diálogo de saberes*. Universidad Francisco José de Caldas - Editorial UD. <https://doi.org/10.69740/UD.9789587877939.9789587877953>
- Mora, W. M. y Parga, D. L. (2025). Inclusión de la dimensión ambiental en la educación en ciencias: una década de desafíos teóricos y metodológicos. En Molina-Andrade, A. Aportes a la educación en ciencias en Colombia: veinte años de desarrollo (pp. 99-154). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE). Editorial UD. <https://doi.org/10.69740/UD.9789587877816.9789587877823>
- Parga, D. L. (2019). Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia. [Tesis de Doctorado, Universidad Estadual Paulista]. <http://hdl.handle.net/11449/190931>
- Parga, D. L. (2022). Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido y la formación ciudadana ambiental. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 17(51), 117-140. <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/322>
- Parga, D. L. (2024). *Aportes para la formación científico-ambiental. Análisis desde la ambientalización curricular*. Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Parga, D. L. y Mora, W. M. (2021). Fundamentos del conocimiento didáctico del contenido. En Parga, D., Ariza, L., Rodríguez, R. *Dimensiones del conocimiento didáctico del contenido análisis desde la enseñanza de la química* (pp. 35-54). Editorial CRV.



O cinema em sala de aula: Guia do educador para o filme *Como treinar o seu dragão* (2010)

- Cinema in the Classroom: Educator's Guide to the Film *How to Train Your Dragon* (2010)
- Cine en el aula: Guía del educador sobre la película *Cómo entrenar a tu dragón* (2010)

Forma de citar este artigo:

Dias Brandão, L. de E., Honorato dos Santos, A., Moreira Martins, Í. e Monteiro de Barros M. D. (2025). O cinema em sala de aula: Guia do educador para o filme *Como treinar o seu dragão* (2010), *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, (58), 11 - 31.
<https://doi.org/10.17227/ted.num58-21433>

Resumo

A utilização de filmes no ensino constitui uma importante estratégia para promover o diálogo entre alunos, professores e o conhecimento científico. Os guias do educador são atividades estruturadas que os docentes podem utilizar em sala de aula para discutir diferentes temas biológicos presentes nas produções cinematográficas. Até o momento, não foram encontradas publicações sobre guias do educador voltados ao filme *Como treinar o seu dragão* (2010). Nesse sentido, o presente estudo propôs a elaboração de um guia que pode ser utilizado por professores de Ciências e Biologia como recurso pedagógico. Com este guia, os professores podem abordar com seus alunos algumas relações ecológicas, como predação, sociedade e protocooperação. Além disso, o filme oferece uma excelente oportunidade para o desenvolvimento da educação ambiental, especialmente ao tratar de animais estigmatizados. A narrativa reforça que todos os animais merecem respeito e têm o direito de viver, sendo muito mais proveitoso estudá-los e conhecê-los do que exterminá-los. Por fim, destaca-se a relevância do método científico, explicitado de forma detalhada no filme por meio do personagem principal, e que viabiliza, entre outras coisas, a criação de tecnologias como a prótese caudal do dragão. Ressaltamos que este estudo não pretendeu explorar os aspectos biológicos de todos os personagens da obra. Portanto, abre-se também a perspectiva para que futuros trabalhos explorem outros personagens, ampliando suas associações com o ensino de Ciências e Biologia.

Palavras-chave

animações no ensino; estratégias didáticas; ensino mediado por filmes; ensino de biociências

Lucas de Esquivel Dias Brandão* 
Arthur Honorato dos Santos Silva** 
Ítalo Moreira Martins*** 
Marcelo Diniz Monteiro de Barros**** 

* Mestre em Biologia de Vertebrados pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Professor de Ciências na Escola Estadual Vera Cruz de Minas e Escola Municipal Josefina Alves Vieira, Pedro Leopoldo (MG) e Vespasiano (MG), Brasil, lucas.esquivel@educacao.mg.gov.br

** Graduando em Ciências Biológicas pela PUC Minas, Belo Horizonte, Brasil, arthurhonoratossilva08@gmail.com

*** Doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, italoomm@yahoo.com.br

**** Doutorado e Pós-Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde pelo Instituto Oswaldo Cruz – IOC – Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Brasil. Professor Adjunto IV do Departamento de Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas. Belo Horizonte, Brasil. marcelodiniz@pucminas.br

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 19/04/2024
Data de aprovação: 09/06/2025
Data de publicação: 01/07/2025



Abstract

The use of films in education is a valuable strategy to foster dialogue among students, teachers, and scientific knowledge. Educator guides are structured activities that teachers can use in the classroom to discuss various biological themes presented in cinematic productions. To date, no publications have been found on educator guides specifically focused on the film *How to Train Your Dragon* (2010). In this context, the present study proposes the development of a guide that can be used by Science and Biology teachers as a pedagogical resource. With this guide, teachers can explore ecological relationships such as predation, society, and protocoevolution with their students. Moreover, the film provides an excellent opportunity to promote environmental education, particularly through its treatment of stigmatised animals. The narrative reinforces that all animals deserve respect and have the right to live, and that it is far more beneficial to study and understand them than to exterminate them. Finally, the study highlights the relevance of the scientific method, which is explicitly depicted in the film through the main character, enabling, among other things, the development of technologies such as the dragon's tail prosthesis. It is important to note that this study did not aim to explore the biological aspects of all characters in the film. Therefore, it opens perspectives for future studies to examine other characters, expanding their connections with Science and Biology education.

Keywords

animations in education; didactic strategies; film-mediated teaching; bioscience education

Resumen

El uso de películas en la enseñanza constituye una estrategia valiosa para promover el diálogo entre estudiantes, docentes y el conocimiento científico. Los guías del educador son actividades estructuradas que los profesores pueden utilizar en el aula para discutir diversos temas biológicos presentes en producciones cinematográficas. Hasta el momento, no se han encontrado publicaciones sobre guías del educador enfocadas en la película *Cómo entrenar a tu dragón* (2010). En este sentido, el presente estudio propuso la elaboración de una guía que pueda ser utilizada por docentes de Ciencias y Biología como recurso pedagógico. Con esta guía, los docentes pueden abordar con sus estudiantes algunas relaciones ecológicas como la depredación, la sociedad y la protocoevolución. Además, la película ofrece una excelente oportunidad para el desarrollo de la educación ambiental, especialmente al tratar con animales estigmatizados. La narrativa refuerza que todos los animales merecen respeto y tienen derecho a vivir, que es mucho más provechoso estudiarlos y conocerlos que exterminarlos. Finalmente, se destaca la relevancia del método científico, representado de manera detallada en la película a través del personaje principal, lo cual permite, entre otras cosas, la creación de tecnologías como la prótesis caudal del dragón. Cabe señalar que este estudio no tuvo como objetivo explorar los aspectos biológicos de todos los personajes de la obra. Por lo tanto, se abre también la posibilidad de que futuros trabajos exploren otros personajes, lo cual amplía sus vínculos con la enseñanza de Ciencias y Biología.

Palabras clave

animaciones en la enseñanza; estrategias didácticas; enseñanza mediada por películas; enseñanza de las biociencias

Introdução

Práticas educativas inovadoras no ensino de biologia

Diversos autores têm, ao longo do tempo, proposto estratégias inovadoras para enriquecer as práticas educativas dos professores de biologia. Como exemplo, é possível promover a educação ambiental com alunos do Ensino Fundamental por meio de lendas folclóricas, como o Caboclo D'água (Brandão et al., 2015a). Histórias em quadrinhos também podem ser utilizadas no estudo da evolução biológica (Yaber & Barros, 2017), assim como charges são eficazes para discutir diversos temas nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental (Duarte et al., 2017) e também no Ensino Médio, como no conteúdo sobre vírus (Rodrigues et al., 2023). Outro recurso didático envolvente é o uso da música, com a qual os professores conseguem aproximar os conteúdos de Zoologia e Botânica (Brandão et al., 2016a; Brandão & Barros, 2016; Brandão et al., 2015b, Brandão et al., 2014; Belisário et al., 2013), além de temas em Ecologia (Brandão & Barros, 2020a). Nessa mesma linha, a utilização de paródias tem se mostrado eficaz no ensino de educação em saúde (Rodes et al., 2019; Mesquita et al., 2017) e de Zoologia (Barros et al., 2018).

O ensino de biologia é uma área extremamente fértil, no qual é possível trabalhar conteúdos como Zoologia (Brandão & Barros, 2020b), Artrópodes (Neto, 2005) e até mesmo Espeleologia (Silva et al., 2023) através de recursos pouco convencionais, como os antigos cartões telefônicos usados nos orelhões públicos brasileiros. Abordagens lúdicas e instigantes também têm sido aplicadas com esportes. O basquetebol, por exemplo, foi utilizado no ensino de Zoologia com base na representação de animais nos escudos das equipes (Dumas, 2018). Já o futebol tem sido

amplamente explorado para fins educativos (Brandão & Barros, 2018; Dumas, 2020a, b), sendo contextualizado, por meio das mascotes dos times brasileiros, para o ensino de mamíferos (Brandão et al., 2016b), aves (Dias et al., 2016), plantas (Brandão et al., 2017a), peixes (Brandão & Barros, 2017a), anfíbios e répteis (Brandão & Barros, 2017b) e, mais recentemente, vertebrados (Filho et al., 2021; Oliveira et al. 2023). Por fim, outra proposta inovadora encontra-se no estudo da fauna e da flora por meio da análise de cédulas monetárias brasileiras (Brandão et al., 2017b) e moedas (Acipreste et al., 2021).

Outro recurso atrativo, e que atualmente está na moda, é a utilização de filmes no ensino de Biologia. Nesse sentido, autores como Brandão et al. (2018) propuseram o uso do filme *Procurando Dory* para contextualizar conteúdos de Zoologia e Ecologia com estudantes do Ensino Médio. Para o ensino de doenças bacterianas, Martins et al. (2023) utilizaram o filme *Antraz: EUA sob ataque*. Mais recentemente, animações como *Avatar* (Costa et al., 2023), *Ada Batista, Cientista* (Baeta et al., 2023) e *StoryBots* (Aguilar et al., 2023) foram destacadas para abordar, respectivamente, a educação ambiental, fenômenos da natureza e conteúdos de Zoologia.

Os artigos que tratam do filme *Como treinar o seu dragão*, e que apresentam práticas educativas em sala de aula, destacam temas como a deficiência física na animação (Salla & Pinel, 2017), bem como a diversidade e o preconceito abordados na narrativa (Poletto & Piassi, 2011). Outros estudos publicados referem-se à análise dos sotaques nas diversas dublagens do filme (Silva, 2022) e à técnica de filmagem em estereoscopia presente na obra (Sampedro et al., 2015). Até o momento, não foram encontradas publicações sobre guias do educador especificamente voltados para esse filme. Nesse sentido, o presente estudo propôs

a elaboração de um guia do educador que pode ser utilizado por professores de Ciências e Biologia em sala de aula.

Guias do educador no ensino de biociências

Como definido por Dias et al. (2023), os guias do educador são atividades estruturadas que os docentes podem utilizar em sala de aula para discutir diferentes temas biológicos presentes nos filmes. Esses guias não têm como objetivo abordar todos os aspectos biológicos das obras, mas sim servir como suporte ao trabalho do professor e complementar seu planejamento para determinados conteúdos.

Recentemente, nosso grupo de pesquisa tem publicado diversos guias do educador voltados ao uso de materiais audiovisuais no ensino. Entre eles, destacam-se: o guia para *Como estrelas na Terra: toda criança é especial* (Santos et al., 2024); para a 1ª temporada da série animada *Ozzy & Drix* (Dias et al., 2023); sobre o livro *O meu pé de laranja lima*, explorando a personificação pela mente infantil como anestesia para duras realidades (Souza & Barros, 2023); para a abordagem de conteúdos de Ciências da Natureza a partir do episódio 3 da série *StoryBots* (Aguiar et al., 2023); e para o desenho animado *Ada Batista, Cientista* (Baeta et al., 2023). Também destacam-se o guia voltado à educação ambiental por meio do filme *Avatar* (Costa et al., 2023); o guia do educador destinado a profissionais da saúde a partir do vídeo *Todos juntos contra a dengue* (Silva e Barros, 2023); o material para discutir bactérias através do filme *Antraz: EUA sob ataque* (Martins et al., 2023); e o guia para o filme *A viagem de Chihiro* (Santos et al., 2023).

O cinema pode ser utilizado, além de como instrumento de lazer, como uma rica fonte de estudo para os estudantes, uma vez que possibilita a aprendizagem de diferentes conteúdos e, dessa forma, pode facilitar o despertar de interesse dos alunos pelo ensino (Saraiva & Carvalho, 2024). Os filmes funcionam como portas de acesso para conhecimentos inesgotáveis, retratando épocas, sociedades, aspectos culturais, políticos e econômicos (Brandão et al., 2018). Os autores anteriormente citados destacam os seguintes pontos positivos do uso do cinema em sala de aula:

- a. Trata-se de uma atividade lúdica que pode prender a atenção dos alunos, despertar a curiosidade e facilitar a compreensão dos conteúdos;
- b. Diversas áreas do conhecimento podem ser contempladas e discutidas ao longo das cenas, o que permite o ensino ser abordado de forma multidisciplinar;
- c. A exibição de filmes na escola, quando mediada pelo professor e com ênfase nos aspectos relevantes e didáticos, pode contribuir para que os estudantes desenvolvam uma visão mais crítica sobre as produções cinematográficas, uma vez que essas transmitem diversas mensagens ao telespectador;

- d. É uma atividade de baixo custo, pois requer apenas um datashow ou uma televisão;
- e. A exibição de filmes no contexto educacional também cumpre a Lei Federal nº 13.006/2014, que determina que as escolas da educação básicas devem exibir, no mínimo, duas horas mensais de produções cinematográficas.

O enredo do filme *Como treinar o seu dragão*

O título original do filme é *How to Train Your Dragon*, uma animação norte-americana produzida pela DreamWorks Animation. A obra é ambientada em um universo mitológico habitado por vikings e dragões, e tem como personagem principal um jovem chamado Soluço. A trama se desenvolve em uma ilha fictícia chamada Berk, onde ocorre uma incessante batalha entre vikings e dragões, que frequentemente atacam a aldeia para roubar o gado dos habitantes. Soluço, um adolescente de 15 anos, é filho de Stoico, o chefe da vila. O garoto é visto como desajeitado, pequeno e fisicamente frágil para enfrentar dragões, razão pela qual atua como aprendiz de ferreiro sob a tutela de Bocão, um experiente artesão da aldeia.

Durante um ataque de dragões à vila, Soluço encontra e consegue capturar a raça mais poderosa de dragões chamada “Fúria da Noite”. No entanto, ele não consegue matá-lo e, em um gesto inesperado, decide libertar o animal. A partir desse momento, nasce uma amizade entre o garoto e o dragão, que passa a ser chamado de Banguela.

Ao perceber que a cauda do Banguela está danificada, impossibilitando-o de voar sozinho, Soluço constrói um arreio e uma prótese que permitem controlar o voo. A partir da

observação e da convivência com Banguela, o jovem começa a desenvolver métodos não violentos de treinamento, tornando-se surpreendentemente eficiente em domar outros dragões. Isso lhe rende a admiração dos colegas, mas também desperta a desconfiança de Astrid, uma jovem viking destemida por quem Soluço é apaixonado.

Astrid percebe que Soluço está treinando Banguela e, para convencê-la a não contar aos habitantes da aldeia, a leva para um voo revelando sua relação de amizade com o dragão. Com o tempo, Astrid torna-se mais amistosa com Soluço. Porém, ainda durante o voo, Banguela inesperadamente conduz os dois até o ninho dos dragões, onde encontram uma criatura colossal chamada “Morte Rubra” — um dragão gigantesco que se alimenta dos dragões menores, caso estes não lhe tragam o gado roubado. Nesse momento, os jovens descobrem que os ataques a Berk vêm ocorrendo sob coerção, sendo os dragões forçados a agir contra a própria vontade.

De volta à vila, Soluço — vencedor do treinamento de dragões — recebe a missão de matar um exemplar da raça “Pesadelo Monstruoso”. No entanto, ao invés de matá-lo, Soluço consegue dominá-lo diante de seu pai e de toda a aldeia, provando que os dragões podem ser inofensivos. Entretanto, Stoico, inadvertidamente, irrita o dragão, que se torna agressivo e ataca Soluço. No tumulto que se segue, Banguela tenta proteger Soluço, mas é capturado pelos vikings.

Soluço revela, sem intenção, que Banguela é capaz de localizar o ninho dos dragões. Com essa informação, Stoico parte com sua frota em direção ao local, utilizando Banguela, acorrentado ao navio de liderança, como guia.

Ao chegar ao ninho, a frota de ataque viking provoca a fuga de vários dragões menores, mas também desperta a “Morte Rubra”,

que ataca com fúria e sobrecarrega os guerreiros. Ciente do perigo, Solução, Astrid e os demais colegas — alunos de Bocão — partem montados nos dragões de treinamento, fornecendo cobertura à frota e distraindo a criatura colossal. Solução quase se afoga ao tentar libertar Banguela das correntes, mas é salvo por Stoico. Unidos, Solução e Banguela conseguem destruir o Morte Rubra.

Durante o combate final, Solução é gravemente ferido, perdendo a parte inferior da perna esquerda. Após a batalha, ele acorda em Berk e descobre que passou a ser admirado por toda a tribo — incluindo Astrid — e que, finalmente, vikings e dragões passaram a viver em harmonia.

Metodologia

O “guia do educador”, segundo Melo e Barros (2019, p.67), sugere uma construção de estratégias pedagógicas que permitem a mediação de conteúdos científicos para o ensino, ajudando professores. A proposta é que os tópicos aqui apresentados possam ser debatidos durante ou depois da exibição do filme, em sala de aula, para alunos do ensino médio e ensino fundamental.

A ideia é que o professor se aproprie do filme como uma maneira de facilitar o início da apresentação de determinados conteúdos ou até mesmo uma revisão sobre determinados assuntos. Sugerimos que o professor não só utilize os tópicos aqui apontados para debate, mas que amplie o diálogo com outros aspectos de seu interesse. É necessário que os docentes testem a eficácia das temáticas aqui ofertadas, já que o presente estudo não o fez, e que se acharem necessário, que efetuem modificações nas mesmas visando destacar ainda mais os aspectos biológicos dos personagens representados nessa animação.

Para os docentes que forem testar o material aqui criado em sala de aula, sugerimos que, como instrumento de coleta de dados, o professor utilize os próprios tópicos presentes nesse guia do educador, e que a escola tenha como recurso Datashow ou televisão para exibir o filme. Como público-alvo, sugere-se que as discussões sejam realizadas com alunos do Ensino Fundamental, do 6º e 7º anos, e Ensino Médio, desde o 1º ano até o 3º, cabendo ao docente definir se será uma atividade obrigatória ou optativa. Em relação ao tempo de exibição, compreende-se que, no mínimo, três aulas de 50 minutos sejam necessárias para a exibição da película, já que ela apresenta 1h30 de duração.

Não pretendemos dar conta de todas as possibilidades analíticas do filme. Pelo contrário, encorajamos que os docentes que utilizarão esse guia proponham também novas reflexões acerca das situações abordadas na obra.

O guia aqui proposto foi criado após os autores, que são docentes de Ciências (Ensino Fundamental) e Biologia (Ensino Médio) em escolas públicas estaduais, assistirem ao filme e observarem cenas com potencial para a discussão de temas científicos, a saber:

- a. Dentro do assunto de ecologia, foi possível perceber a ocorrência de relações ecológicas do tipo protocooperação e predação nas cenas do filme;
- b. No conteúdo de meio ambiente, foram encontradas cenas que retratam animais estigmatizados e, a partir daí, foi factível a discussão em torno de promover uma educação ambiental, sensibilizando o público sobre a importância da preservação e estudo da fauna;
- c. No filme, é exaustivamente relatado o método científico, quando o personagem principal cria a prótese caudal para o dragão. A partir disso, torna-se fácil ensinar aos estudantes todas as etapas do método científico mostradas na obra;
- d. Em algumas cenas da película, foi notado o estereótipo viking de mulher guerreira e, a partir disso, é possível estabelecer discussões sobre preconceitos e estereótipos que a sociedade atual tem em relação às mulheres.

Habilidades da Base Nacional Comum Curricular Brasileira (BNCC) presentes no filme

Destaca-se o filme *Como treinar o seu dragão* como potencial ferramenta para o ensino de biociências, a partir da análise qualitativa do filme e sua relação com as habilidades da BNCC brasileira (Ministério da Educação, 2018). A educação no Brasil segue a BNCC, que é um banco de conteúdos a serem trabalhados ao longo da formação dos alunos, de acordo com cada ano escolar e em suas respectivas áreas. Cada habilidade a ser desenvolvida em sala de aula, contida na BNCC, recebe um código que a identifica, para facilitar sua localização

dentro da Base, desde que se tenha noção de sua existência (ex: EF07CI07, EM13CNT201). O “EF” do código identifica que a habilidade corresponde à etapa do Ensino Fundamental e o “EM” ao Ensino Médio. O número “07” indica o ano (série) escolar dessa habilidade e, no Ensino Médio, o número “13” indica que a habilidade serve desde o 1º ano até o 3º ano. O “CI” corresponde ao componente curricular Ciências e o “CNT” a Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O último par de números —“07” ou “201”— corresponde ao número sequencial da habilidade dentro da quantidade de habilidades existentes para cada área de conhecimento, unidade temática e objetos de conhecimento do plano de curso das escolas.

Perguntas que foram propostas para discussão no guia do educador

- Quais relações ecológicas estão presentes nas cenas do filme?
- Por que existem cenas em que os dragões estão atacando a vila dos vikings?
- Ao longo do filme, o protagonista Soluço estabeleceu algum vínculo com algum animal?
- Baseado nas cenas do filme, como você enxerga os animais —principalmente os perigosos— e quais medidas podem ser tomadas para transformar a visão negativa sobre esses seres na sociedade?
- Devemos matar os animais que não conhecemos? Ou melhor: devemos matar os animais?
- Os dragões representados no filme sempre atacam para matar?
- Existe alguma cena na animação em que é evidenciado o método

científico? Descreva a cena indicando as etapas do método científico que aparecem.

- Qual cena retrata o processo de classificação dos seres vivos (sistemática)?
- Baseando-se nas cenas do filme, qual a importância da realização das pesquisas científicas?
- Qual a importância dos estudos sobre dragões realizados pelos vikings no filme?
- Qual o estereótipo de mulher viking está presente no filme?

Resultados e discussão

Transformando monstros mitológicos em seres vivos

O filme se inicia com uma cena em que aparecem dragões roubando ovelhas na vila de Berk (Figura 1). O professor pode esclarecer aos alunos que essa cena retrata uma relação ecológica interespecífica do tipo predatismo. Esse tipo de interação ecológica ocorre entre espécies distintas e garante vantagem apenas para uma única espécie (Mendonça, 2016), no caso, o predador, e prejuízo para a presa, que são as ovelhas.

Dito isso, é importante ressaltar, em sala de aula, que no universo criado no filme, os dragões fazem parte do ecossistema deste mundo, de forma semelhante aos animais na vida real. Assim, os dragões (no contexto do filme) são importantes para o funcionamento do ecossistema, controlando a população das presas e contribuindo para a preservação da vegetação, que poderia se tornar escassa caso a população de herbívoros fosse muito alta (Begon & Townsend, 2023).

Este fato é a primeira demonstração de que as criaturas do filme não são apenas feras descontroladas que atacam sem motivo — ideia essa que ainda é atribuída a muitas espécies de animais, especialmente os grandes predadores (Szpilman, 2023). Este tópico pode ser amplamente discutido em sala de aula, com exemplos de animais vistos como “monstros” pela sociedade e como eles, na verdade, são essenciais para o equilíbrio ecológico, fomentando a desmistificação destes seres.

Figura 1. Cena em que retrata um dragão tentando predar as ovelhas da vila dos vikings. Frame do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturado no tempo 01:08.



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

A visão dos dragões evidenciada na sequência inicial do filme reforça a ideia clássica dos monstros que existem apenas para atacar as pessoas. Porém, é interessante fomentar a reflexão dos alunos com a seguinte pergunta: Por que os dragões estão atacando a vila? Como foi dito anteriormente, o filme deixa explícito que o foco destas criaturas está em roubar as ovelhas, deixando a vila quando atingem esse objetivo. O fato é que relatos de animais silvestres “invadindo” áreas ocupadas pelos seres humanos são cada vez mais recorrentes na atualidade (Baptistella, 2020). O avanço das áreas urbanas e, consequentemente, a diminuição dos habitats naturais fazem com que muitas espécies adentrem cidades e áreas rurais em busca de alimento, gerando conflitos entre os moradores e estes animais (Da-Silva & Coelho, 2020; Teixeira, 2014; Teixeira et al., 2015). Deste modo, a cena que vimos no início da trama toma outro foco em relação aos dragões, que agora podem ser vistos apenas como animais silvestres em busca de alimento em um mundo cada vez mais ocupado pela humanidade. O professor

pode discutir com os alunos sobre essa questão ambiental e ainda mostrar exemplos de reportagens e vídeos na internet que retratam animais silvestres fora de seu habitat natural.

Mais adiante no filme, vemos Soluço soltar o dragão conhecido como “Fúria da noite”, que havia capturado durante o ataque ao vilarejo (Figura 2A e B). Neste momento, nota-se que, pela primeira vez, nos é mostrado um dragão em posição de medo, muito distante do que foi apresentado no início da trama. Os docentes podem destacar que, nessa cena, o jovem guerreiro estabelece uma empatia e vínculo com esse ser vivo, o que mostra que todos os animais têm tanto direito à vida quanto os seres humanos (Pozzetti & Braga, 2019). Na sequência, a “Fúria da noite” simplesmente foge, destoando da figura monstruosa clássica, pois a criatura não ataca Soluço. Esse fato faz com que o personagem reflita e questione os ensinamentos de seu povo em relação aos dragões. Uma reflexão importante para se realizar em sala é a do valor da vida dos outros seres que vivem em nosso planeta, e como eles também sentem medo. Muitas vezes, os

animais silvestres adotam certos comportamentos de defesa por estarem acuados, já que as pessoas também representam perigo (Ferraz, 2011).

Figura 2. *Soluço soltando a criatura Fúria da noite. Frame do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturado no tempo 13:15.*



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

Os momentos citados começam a estabelecer que a figura dos dragões difere da ideia clássica dos monstros, algo muito presente em diversas culturas. A associação da figura do monstro à algo vilanesco se deve, muitas vezes, ao medo do desconhecido: um ser de origem misteriosa e com características muito diferentes do comum, portanto, algo a ser temido (e, muitas vezes, também odiado) (Jeha, 2007). A construção deste imaginário vai além de criaturas fictícias, já que ao longo da história, vários povos enxergavam animais reais como seres místicos e, por vezes, até monstruosos, criando visões negativas sobre muitas espécies (Bachmann, 2017). Sendo assim, as cenas citadas anteriormente podem ser utilizadas para promover a reflexão e discussão em sala de aula sobre como os alunos enxergam os animais — principalmente os considerados perigosos — e quais medidas podem ser tomadas para transformar a visão negativa sobre esses seres na sociedade.

Conhecer para sensibilizar

Ao longo do filme são estabelecidos diálogos como, por exemplo, o momento em que Stoico reforça para Soluço que é necessário aprender a matar dragões. Essa cena pode ser aproveitada, pelo professor, para destacar que, nesse diálogo, é retratada uma alusão à estratificação de estigmas incorretos que sustentam a ideia de que devemos matar animais que não conhecemos. No contexto da realidade, pode-se fazer um paralelo com a visão que a sociedade tem de animais como as serpentes. O receio que as pessoas têm em relação a esses animais faz com que muitas serpentes sejam mortas sob a justificativa de “autodefesa”, apesar de a maioria dos incidentes ser resultado da imprudência humana (Sandrin et al., 2005; Bernarde, 2014). Segundo Freitas (2003), a eliminação de ofídios ocorre porque algumas pessoas carecem de informação e acreditam que o animal é maligno, o que as leva a optar por sua destruição, sem distinguir entre mito e realidade. No filme, esse paralelo com animais estigmatizados é evidente quando o personagem Bocão afirma que os dragões sempre atacam para matar. Entretanto, Soluço começa a refletir sobre essa crença com base em sua vivência, na forma da pergunta: Por que o “Fúria da noite” não o matou?

Nas cenas seguintes o protagonista faz anotações e desenhos sobre o “Fúria da noite”, e acaba percebendo que este está sem uma das estruturas da cauda — motivo pelo qual a criatura está impossibilitada de alçar voo. Neste trecho do filme, o docente pode aproveitar para evidenciar o princípio do método científico ali presente. Ou seja, através de uma observação, Solução levantou questionamentos que posteriormente resultaram em anotações. Essas anotações e desenhos contribuem para a formulação de hipóteses, que ao decorrer do filme, são testadas diversas vezes por Solução, até que o jovem guerreiro encontra uma solução.

Além disso, Solução lê o livro dos dragões, algo semelhante a guias de espécies na vida real — livros muito utilizados por profissionais da biologia para identificar espécies de animais e vegetais (Figura 3). Neste ponto, podemos ver que Solução se assemelha a outro personagem da fantasia: o bruxo Newt Scamander de *Animais fantásticos e onde habitam*, sendo que, nesta obra, o protagonista escreve um livro de mesmo título do filme. Ambos os personagens estudam os seres fantásticos com o objetivo de compreendê-los e catalogá-los — não apenas para descrever o quão peri-

gosas são (como ocorre no livro dos dragões mostrado no filme) —, evidenciando o início de uma sistemática taxonômica.

Com isso, é possível destacar, em sala de aula, a importância de se buscar conhecimentos e investigar (realizar pesquisas) para entender com o que se está lidando (Brofman, 2012). Além disso, é possível realizar práticas em sala de aula sobre classificação dos animais quanto às suas características físicas, modos de vida, habitat e papel ecológico, promovendo o entendimento básico sobre conceitos de zoologia ao incentivar os discentes a buscar semelhanças e diferenças entre várias espécies de animais.

Santos et al. (2020) obtiveram resultados positivos no aprendizado de alunos do Ensino Médio na classificação de seres vivos e zoologia, através de questionários sobre 15 criaturas fictícias apresentadas no *Animais fantásticos e onde habitam*. Com isso, pode-se ressaltar que é preciso conhecer para agir. Essa cena mostra a importância de se estudar os seres vivos para se ter conhecimento sobre a fauna e poder gerar um material educativo — no caso de *Como treinar o seu dragão*, um livro para a comunidade viking.

Figura 3. Cena de Solução lendo o livro dos dragões. Frame do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturado no tempo 23:41



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

Em uma determinada cena (Figura 4), Soluço começa a criar a primeira prótese de asa caudal para o dragão. O docente pode salientar a seus alunos que é através do estudo anatômico que se constrói a base para o desenvolvimento de novas tecnologias (Lima et al., 2019), como a prótese criada pelo jovem viking.

Figura 4. Criação da prótese caudal para o dragão. Frames do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturados Cena A: 21:24. Cena B: 36:09.



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

No filme é retratado uma cena em que Soluço mostra os frutos de suas observações estudando o “Fúria da noite”. O personagem usa uma enguia para espantar um dragão em aula, aprimora seu equipamento de voo, usa a erva do dragão para amansar outro, imobiliza um dragão em aula ao descobrir um ponto sensível fazendo cócegas e usa o reflexo de um escudo para guiar um dragão até o recinto. Nesse momento, os outros aldeões começam a reconhecer seu mérito, mostrando também que conhecimento gera comoção. Além disso, essa sequência de acontecimentos evidencia aplicações do conhecimento científico adquirido.

É interessante que se destaque com os estudantes o primeiro voo longo com o Banguela. Após muitas observações, testes e trabalho, Soluço desenvolve um método de transporte completamente novo e uma relação ecológica interespecífica de protocooperação (Rosso & Lopes, 2016). Ele se torna o primeiro viking a montar um dragão, demonstrando o quanto vale a pena estudar e conviver harmonicamente com outros seres vivos.

Uma cena que merece ser comentada com os alunos é quando Soluço alimenta um dragão pequeno ao lado de Banguela. Naquele momento, percebe que tudo o que os vikings pensam e dizem sobre os dragões está errado, e é perfeitamente possível conviver com esses animais. A única coisa que precisava era um ser humano corajoso para estudá-los.

Em outra cena, Soluço tenta apresentar Banguela para Astrid. É o primeiro momento em que sua visão sobre os dragões é passada adiante, tornando evidente a dificuldade de mudar a mentalidade e a cultura de alguém. No entanto, a mudança é possível através da sensibilização e da educação ambiental — uma alusão à necessidade de educação ambiental eficaz, que de fato sensibilize.

Existe uma cena em que Banguela leva Soluço e Astrid ao ninho dos dragões, e lá é observada uma relação ecológica de sociedade (Rosso & Lopes,

2016). Soluço explica para Astrid porque não matou Banguela quando o viu debilitado. O jovem guerreiro criou empatia pelo animal, viu semelhança nele e entendeu que o certo era deixá-lo viver.

O sucesso de seus estudos é evidenciado quando Soluço convence, por suas ações, seus colegas de treino a montarem dragões também. O fruto do trabalho de Soluço é reconhecido, mostrando o potencial da ciência para transformar a vida de outras pessoas, popularizando a ferramenta adquirida através de muito trabalho e tornando-a acessível a todos.

Em cenas finais, Banguela usa o gás de combustão interno de “Morte Rubra” para acendê-lo por dentro com um disparo. Depois de entender a biologia do disparo de fogo dos dragões — que utiliza de um gás combustível produzido internamente — Soluço soube como derrotaria “Morte Rubra”, o dragão gigante. Isso revela que conhecer os organismos é útil para lidar com eles das mais diferentes formas e para os mais diversos fins.

Na cena final do filme, depois de tudo, com base nas observações de Soluço e a relação desenvolvida com dragões, todos em Berk aprendem a montá-los, mostrando que a ciência e o conhecimento são bens comuns

a todos, capaz de beneficiar a população e transformar uma sociedade.

Estereótipo da mulher guerreira

É interessante destacar para os alunos que Soluço entra para o grupo de jovens guerreiros e conhece Astrid, uma jovem garota dedicada a aprender as artes vikings de como matar um dragão. Esse estereótipo criado no filme vai contra o papel da mulher viking da época que, de acordo com Maltauro (2005), cuidava dos afazeres domésticos, das crianças, preparava alimentos, limpava a casa, lavava a roupa, realizava tecelagem, ordenhava vacas, produzia queijos, manteiga, entre outras atividades, como fazer remédios e tratar os doentes.

Pode-se discutir com os estudantes que não existe nenhuma evidência arqueológica de mulheres guerreiras vikings (Langer, 2012), mas no filme cria-se um estereótipo de mulheres corpulentas (Figura 5), portando armamentos, elmos com chifres, armaduras e protetores metálicos nos seios. Para reforçar esse estereótipo, ainda é possível salientar que, em diversas cenas do filme, percebe-se que Astrid mantém uma postura agressiva em sua fala, mesmo em conversas amistosas.

Figura 5. Mulheres guerreiras representadas no filme. Frames do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturado Cena A: 01:38. Cena B: 08:00.



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

Outro ponto notável para dialogar em sala com os estudantes é que o filme é baseado em uma série de nove livros da escritora infantil Cressida Cowel. Entretanto, logo na primeira cena em que Astrid é apresentada aos espectadores, na qual a vila está pegando fogo devido ao ataque dos dragões, a personagem caminha de forma sensual ao lado de outros jovens guerreiros mal-encarados (Figura 6). Isso reflete a necessidade que a indústria atual possui de representar a “mulher moderna” de forma sensual e belicosa. Historicamente, é comum isso ocorrer e exemplos já foram feitos em 1982 com a personagem “Red Sonja”, guerreira de força descomunal, equipada com grandes armas e um biquini de metal como armadura (Figura 7A). Mais tarde, em 1995, tem-se a série de tv *Xena: a princesa guerreira* (Figura 7B) e depois, em 2008, a personagem “Freya” do filme *Outlander: Guerreiro vs Predador* (Figura 7C).

Figura 6. Astrid representada como sensual e belicosa. Frame do filme “Como treinar o seu dragão” (2010), capturado no tempo: 03:06.



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

Figura 7. A representação das mulheres guerreiras no cinema. A: personagem Red Sonja. B: personagem Xena. C: personagem Freya.



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores.

A Tabela 1 sintetiza as habilidades da BNCC que podem ser trabalhadas com o filme no Ensino Fundamental, para a disciplina de Ciências, e no Ensino Médio, para a disciplina

de Biologia. Não se identificaram habilidades da BNCC disponíveis nos conteúdos de Ciências do 8º e 9º anos que podem ser relacionadas com o filme *Como treinar o seu dragão*.

Tabela 1. Habilidades da BNCC trabalhadas com o filme segundo o ano escolar

Ano escolar	Habilidade da BNCC
6º	EF06CI09: Compreender que a estrutura, sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.
7º	EF07CI35MG: Relacionar estruturas e comportamentos dos seres vivos às chances de sobrevivência nesses ambientes. EF07CI43MG: Perceber o papel das ciências e das tecnologias na vida cotidiana, compreendendo a maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história. EF07CI01: Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.
1º, 2º e 3º	EM13CNT203x: Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais. EM13CNT205: Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências. EM13CNT206: Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. EM13CNT207x: Identificar, analisar e discutir vulnerabilidade vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar, sabendo identificar informações inverídicas (fake News). EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações problema sob uma perspectiva científica. EM13CNT302: Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental. EM13CNT305x: Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade, o respeito à diversidade, levando em consideração os impactos que perpassam no âmbito social, familiar, cultural, econômico e político, ampliando a discussão e o desenvolvimento crítico e argumentativo dos estudantes. EM13CNT306x: Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos, conhecer as normas de segurança, o tratamento de resíduos e reconhecer os equipamentos de proteção individual e coletivo, inclusive a tecnologia aplicada nos mesmos.

Considerações finais

A animação apresenta algumas relações ecológicas, como predação, sociedade e protocooperação. É uma excelente oportunidade para a educação ambiental sobre animais estigmatizados e descrição de répteis, além de ser uma boa alusão sobre o fato de que todos os animais merecem respeito e tem o direito de viver — sendo muito mais proveitoso estudá-los e conhecê-los do que matá-los. O conhecimento sobre outros seres traz ótimos frutos para os humanos, como foi o caso de descobrir como derrotar o vilão, desenvolver uma prótese e sela adaptada para um dragão, e conhecimentos gerais importantes de se ter sobre os animais, como seu comportamento e anatomia.

Vale destacar também, caso o filme seja abordado em sala, os serviços ecossistêmicos que esses animais estigmatizados realizam e a importância da convivência harmônica com eles, como sapos que comem insetos que não gostamos, serpentes que se alimentam de ratos que podem comer plantações. Por fim, é preciso destacarmos a importância do método científico, exaustivamente detalhado no filme pelo personagem principal, que possibilitou a criação de tecnologias como a prótese caudal do dragão e a transformação positiva da vida dos aldeões de Berk.

A vantagem da utilização de filmes no ensino está em proporcionar aos discentes uma atividade lúdica em sala de aula, possibilitar um aprimoramento das competências e habilidades, garantir uma melhor sensibilidade, criatividade, imaginação, raciocínio, concentração e principalmente o senso crítico dos alunos (Brandão et al., 2018).

Os autores do presente artigo acreditam que a utilização de filmes no ensino são importantes estratégias que aproximam o diálogo entre alunos, professores e o conhecimento científico. Salientamos que o presente estudo não pretendeu abordar todos os aspectos biológicos de todos os personagens existentes no filme. Portanto, abre-se também, perspectivas para que outros personagens possam ser estudados e associados ao ensino de Ciências e Biologia. Pretende-se, ainda, despertar a criatividade dos professores, de forma que possam desenvolver outras atividades como esta em suas práticas educativas.

Referencias

- Acipreste, I. F., Brandão, L. E. D., Amorim, D. O. & Barros, M. D. M. (2021). A associação entre o ensino de ciências e as moedas brasileiras. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia*, 2021(49), 143-162. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-10463>
- Aguiar, C. S. S., Assunção, G. D., Abreu, I. C., Moreira, J. C. A. S., Camilo, L. F., Mendes, S. A. & Barros, M. D. M. (2023). Guia do educador para a abordagem de conteúdos relacionados a Ciências da Natureza a partir do episódio 3 da

- série StoryBots. *Revista Trilhas Pedagógicas*, 13(16), 145-155. <http://ojs.fatece.edu.br/index.php/trilhas-pedagogicas/article/view/207>
- Baeta, G. S. S., Santos, G. R., Silva, K. G. J., Soares, L. C., Creparde, L. L. F., Godoi, V. C. & Barros, M. D. M. (2023). A utilização do desenho animado "Ada Batista, Cientista" (Episódio 3, Temporada 3: Mil ideias) como estratégia para o Ensino de Ciências. *Revista Trilhas Pedagógicas*, 13(16), 210-229. <http://ojs.fatece.edu.br/index.php/trilhas-pedagogicas/article/view/212>
- Bachmann, H. I. (2017). *O animal como símbolo nos sonhos, mitos e contos de fadas*. Vozes Limitada.
- Baptistella, E. T. (2020). *Animais e fronteiras: um estudo sobre as relações entre animais humanos e não humanos*. Appris.
- Barros, M. D. M., Mello, M. N. M. P., Guimarães, L. R., Demétrio, P. A. A., Wardil, D. L. & Abdo, T. F. (2018). A poesia canta e encanta - a criação de cordel e paródia como estratégia diversificada para o ensino de zoologia. III seminário do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação, Meio Ambiente e Saúde - NEMAS. In: G. S. Barbosa, F. A. G. Ferreira., F. Villani, N. A. (Coord.), *Anais*. (pp. 33-33). <https://drive.google.com/file/d/17aVqRNH-5vR8ZDNNO1LgDc2Btln3d9iKX/view>
- Begon, M., Townsend, C. R. (2023). *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Artmed.
- Belisário, R., Starling, M. F. V., Zanella, P. G. & Barros, M. D. M. (2013). Discutindo a revolução dos cravos nos contextos da Botânica e da História na educação básica, a partir da música 'Tanto Mar', de Chico Buarque (1978). 64º Congresso Nacional de Botânica. In: J. R. Stehmann, R. M. S. Isaias, L. V. Modolo, F. H. A. Vale, & A. Salino (Coords.), *Anais*. <https://dthost.sfo2.digitaloceanspaces.com/sbotanica/64CNBot/resumo-ins19068-id6355.pdf>
- Bernardi, P. S. (2014). *Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil*. Anolis.
- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2020a.) Ensinando Ciências e Biologia a partir da música "Somente o necessário". *Revista Pedagogia em Foco*, 15(13), 221-234. <https://revista.fac fama.edu.br/index.php/PedF/article/view/518>
- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2020b). A utilização de cartões telefônicos no ensino de Ciências: proposta de uma atividade didática / The use of telephone cards in Science teaching: proposal of a didactic activity. *Revista Dynamis*, 26(1), 20-38. <https://doi.org/10.7867/1982-4866.2020v26n1p20-38>
- Brandão, L. E. D., Matta, R. R. & Barros, M. D. M. (2018). As potencialidades do filme "Procurando Dory" para o ensino de Ciências e Biologia. *Interfaces da Educação*, 8(24), 172-201. <https://doi.org/10.26514/inter.v8i24.2124>
- Brandão, L. E. D., Rodrigues, H. T. S. & Barros, M. D. M. (2017a). As plantas representadas como mascotes dos times brasileiros de futebol. *Ensino & Pesquisa*, 15(4), 21-45. <https://doi.org/10.33871/23594381.2017.15.4.1065>
- Brandão, L. E. D., Amorim, D. O., Souza, M. M., Acipreste, I. F. & Barros, M. D. M. (2017b). Ensinando Ciências e Biologia através das cédulas brasileiras. *European Review of Artistic Studies*, 8(2), 32-65. <https://doi.org/10.37334/eras.v8i1.62>
- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2018). O grupo dos peixes nos escudos dos times de futebol do Brasil. *Revista Trilhas Pedagógicas*, 8(8), 24-40. <https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/trilhas/volume8/2.pdf>

- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2017a). Proposta de uma atividade didática de biologia utilizando peixes como mascotes de times brasileiros de futebol. *Ensino & Pesquisa*, 15(3), 207-220. <https://doi.org/10.33871/23594381.2017.15.3.999>
- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2017b). O potencial do uso de mascotes como anfíbios e répteis associado ao ensino das Ciências e Biologia. *Areté*, 10(22), 61-73. <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/631>
- Brandão, L. E. D. & Barros, M. D. M. (2016). A utilização da música “Aqui no mar” como estratégia pedagógica para o ensino de Ciências e Biologia. *European Review of Artistic Studies*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.37334/eras.v5i3.121>
- Brandão, L. E. D., Andrade, J. G., Dias, D. V. C. & Barros, M. D. M. (2016a). Ensinando zoologia a partir da letra da música ‘Tico-tico no fubá’, de Zequinha de Abreu. *Práxis*, 8(1), 84-91. <https://doi.org/10.47385/praxis.v8.n1sup.713>
- Brandão, L. E. D., Rodrigues, H. T. S., Sousa, V. B. P. & Barros, M. D. M. (2016b). Os Mamíferos representados como mascotes dos times brasileiros de futebol. *Revista Trilhas Pedagógicas*, 6(6), 74-91. <https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/trilhas/volume6/5.pdf>
- Brandão, L. E. D., Cunha, B. L., Santos, S. L. A., Rodrigues, H. T. S. & Barros, M. D. M. (2015a). A utilização da lenda folclórica do Caboclo D’água como estratégia para a educação ambiental. In: XII Congresso Nacional de Meio Ambiente em Poços de Caldas, *Anais*. (pp.1-8). <https://www.meioambientepocos.com.br/anais-2015/>; https://www.researchgate.net/publication/305320532_A_UTILIZACAO_DA_LENDA_FOLCLORICA_DO_CABOCLO_D%27AGUA_COMO ESTRATEGIA_PARA_A_EDUCACAO_AMBIENTAL
- Brandão, L. E. D., Belisário, R., Rodrigues, H. T. S., Starling, M. F. V., Zanella, P. G. & Barros, M. D. M. (2015b). A utilização da música ‘Espátódea’ como estratégia para o ensino de botânica: aproximações com o ensino de Ciências e Biologia. 66º Congresso Nacional de Botânica. Em Z. R. Mello, F. Giordano, A. Bartolotto, O. Iano, R. Simão-Bianchini, F. O. Souza-Buturi, M. M. R. F. Melo, M. B. R. Caruzo, M. C. Duarte, R. Louzada, & F. Pinheiro (Orgs.), *Anais do 66º Congresso Nacional de Botânica* (p. 485). https://www.researchgate.net/publication/308148920_A_UTILIZACAO_DA_MUSICA_ESPATODEA_COMO ESTRATEGIA_PARA_O ENSINO_DE BOTANICA_APROXIMACOES_COM_O ENSINO_DE CIENCIAS_E BIOLOGIA
- Brandão, L. E. D., Belisário, R., Rodrigues, H. T. S., Starling, M. F. V., Diniz, P. G. Z., & Barros, M. D. M. (2014). Ensinando Botânica a partir da música ‘Feira de mangaio’ de Sivuca e Glorinha Gadelha (1979). Em T. R. S. Silva, C. W. N. Moura, M. M. S. Castro, N. K. R. Souza, D. S. Carneiro-Torres, & P. P. Oliveira (Orgs.), *Anais do LXV Congresso Nacional de Botânica*. https://www.researchgate.net/publication/305319818_ENSINANDO_BOTANICA_A_PARTIR_DA_MUSICA_FEIRA_DE_MANGAIO_DE_SIVUCA_E_GLORINHA_GADELHA_1979

- Brofman, P. R. (2012). A importância das publicações científicas. *Cogitare Enfermagem*, 17(3), 419-421. <https://www.redalyc.org/pdf/4836/483648964001.pdf>
- Costa, L. C., Pereira, J. P. S., Pinheiro, A. L. F., Barros, M. D. M. & Silva, M. M. (2023). Guia do educador para o filme Avatar: abordando a educação ambiental através de um filme comercial. *Espaço Plural*, 19(38), 164-199. <https://e-revista.unioeste.br/index.php/espacoplural/article/view/31287>
- Da-Silva, E. R., Coelho, L. B. N. (2020). Sobre incursões da fauna silvestre a áreas urbanas durante a pandemia do novo coronavírus. *A Bruxa*, 4(2), 1-13. https://www.revistaabruxa.com/_files/ugd/b05672_096cf-895292c4476a21975dbc6329b2b.pdf?index=true
- Dias, I. C., Rahhal, N. D. F., Santana, J. C., Coelho-Junior, J. B. L. & Barros, M. D. M. (2023) Guia do Educador para a 1ª temporada da série animada Ozzy & Drix. *REPPE - Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, 7(1), 4-23. <https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1092>
- Dias, D. V. C., Brandão, L. E. D., Rodrigues, H. T. S., Sousa, V. B. P. & Barros, M. D. M. (2016). As aves como mascotes dos times brasileiros de futebol. *Trilhas pedagógicas*, 6(6), 9-26. <https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/trilhas/volume6/1.pdf>
- Duarte, I. E., Saraiva, R. C. S. & Barros, M. D. M. (2017). A utilização de charges como estratégias didáticas para o ensino de ciências. *Ensino & Pesquisa*, 15(1), 8-26.
- Dumas, L. L. (2020a). A Copa do Mundo é o bicho! A Zoologia na maior competição de futebol do planeta. *A Bruxa*, 4(3), 1-37. <https://doi.org/10.33871/23594381.2017.15.1.992>
- Dumas, L. L. (2020b). Além dos muros de Gotham City: o curioso caso dos morcegos no futebol espanhol. *A Bruxa*, 4(4), 1-27. https://www.revistaabruxa.com/_files/ugd/b05672_5ff247a8282f443492423de3529913e8.pdf
- Dumas, L.L. (2018). Air ball ou chuí? A Zoologia presente nos símbolos das equipes de basquetebol brasileiras e norte-americanas. *A Bruxa*, 2(5), 1-31.
- Ferraz, M. R. (2011). *Manual de comportamento animal*. Rubio.
- Filho, F. A. S., Sales, F. A., Ferreira, L. S. S. & Nápolis, P. M. M. (2021). A educação ambiental na valorização da fauna nativa: da arena à escola. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 16(6), 436-447. <https://doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.12039>
- Freitas, M. A. (2003). *Serpentes Brasileiras*. Unigel.
- Howard, R. E., Thomas, R. & Windsor-Smith, B. (1982). *Red Sonja*. Marvel Comics.
- Jeha, J. (2007). *Monstros e monstrosidades na literatura*. UFMG.
- Langer, J. (2012). Guerreiras na Era Viking? Uma análise dos quadrinhos “Irmãs de Escudo” (Série Northlanders). *Roda da Fortuna: Revista eletrônica de Antiguidade e Medievo*, 1(1), 267-293.
- Lei nº 13.006. (2014): Acrescenta § 8º ao art. 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para obrigar a exibição de filmes de produção nacional nas escolas de educação básica. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-13006-26-junho-2014-778954-publicacaooriginal-144445-pl.html>

- Lima, M. P. C., Sant'Ana, D. M. G., Bessalhok, D. N. & Mello, J. M. (2019). A importância do estudo do corpo humano na educação básica. *Arquivos do MUDI*, 23(3), 263-277. <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v23i3.51551>
- Maltauro, M. A. (2005). A Representação da Mulher Viking na Volsunga Saga. *Brathair*, 5(1), 32-44. <https://doi.org/10.5585/rdb.v15i6.508>
- Martins, J. V., Vieira, N. B., Lima, V. P. S. & Barros, M. D. M. (2023). Guia do educador para o filme Antraz: EUA sob ataque. *Pedagogia em Ação*, 21(2), 128-138.
- McCain, H. (2008). *Outlander: Guerreiro vs predador*. Duração: 115 minutos. Cor: Colorido. Lançamento: 11 de julho de 2008. País de origem: EUA.
- Melo, D. R. & Barros, M. D. M. (2019). Guia do educador para o filme "Uma prova de amor". *Práxis*, 11(21), 65-78. <https://doi.org/10.47385/praxis.v11.n21.1405>
- Mendonça, V. L. (2016). *Biologia*. AJS.
- Mesquita, A. F. S., Rodes, N. A. & Barros, M. D. M. (2017). Aprendendo a doença de Chagas através da elaboração de uma paródia. In: 5º Ciclo Carlos Chagas de Palestras, *Anais*. (pp. 28-28).
- Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. MEC. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>
- Neto, E. M. C. (2005). O uso da imagem de insetos em cartões telefônicos: considerações sobre uma pequena coleção. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. Único (36), 317-325.
- Oliveira, R., Souza, L., Goebel, L. & Oliveira, M. (2023). A invisibilidade da fauna brasileira nas mascotes dos clubes de futebol do Brasil. *Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 20(34), e23011. <https://doi.org/10.59666/arete.1984-7505.v20.n34.3663>
- Polleto, A. & Piassi, L. P. C. (2011). O Cinema e os Filmes Infantis na Inserção de Valores: O Uso do Filme Como Treinar o Seu Dragão na Exploração do Tema Diversidade e Preconceito. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Recife (PE). *Anais*. (pp. 1-16).
- Pozzetti, V. C. & Braga, E. B. R. (2019). Animais não humanos: direito à vida e à dignidade. *Revista de Direito*, 2(3), 165-190. <https://doi.org/10.36598/dhrd.v2i3.1612>
- Rodes, N.A., Mesquita, A. F. S. & Barros, M. D. M. (2019). A utilização das paródias 'Xote Chagásico' e 'Dengue, Zika e Chikungunya' como estratégias de educação em saúde no ensino de Ciências e Biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(2), 461-481.
- Rodrigues, A. S., Diniz, P.G.Z., Costa, F. L. P. & Barros, M. D. M. (2023). COVID-19 em sala de aula - o uso de charges no ensino da doença e suas implicações políticas, sociais e na saúde. *Pedagogia em Ação*, 21(2), 139-154.

- Rosso, S. & Lopes, S. (2016). *Biologia: volume 1*. Saraiva.
- Salla, D. & Pinel, H. (2017). Valente e Como treinar o seu dragão: reflexões sobre a deficiência física em desenhos animados. *Revista Educação Especial em Debate*, 2(04), 66-78.
- Sampedro, P. P., Gonçalves, D. A. & Andrade, L. A. (2015). O uso da estereoscopia como fator de imersão na franquia de animação “Como treinar o seu dragão”. In: XIV Congresso Internacional IBERCOM, São Paulo (SP). *Anais*. (pp. 1-15).
- Sandrin, M. F. N., Puerto, G. & Nardi, R. (2005). Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investigações em ensino de ciências*, 10(3), 281-298.
- Santos, M. O. V., Costa, F. L. P. & Barros, M. D. M. (2024). Sobre a elaboração de um guia para educadores a partir do filme *Como estrelas na Terra: toda criança é especial*. *Humanidades & Tecnologia em Revista*, 47(1), p. s/n.
- Santos, M. O. V., Winkelstroter, R. C., Melo, F. O. B. E., Outeiro, I. F., Fragas, A. A. F. & Barros, M. D. M. (2023). Guia do educador para o filme *A viagem de Chihiro*. *Pedagogia em Ação*, 21(2), 155—171.
- Santos, T. S., Cristina, N. & Carvalho, H. S. (2020.) Animais fantásticos e onde habitam: Utilizando a cultura-pop no ensino de zoologia. *Arquivos do Mudi*, 24(2), 78-83. <http://doi.org/10.4025/arqmudi.v24i2.54644>
- Saraiva, S. P. (2024). Luz, câmera, educação – extensão e cultura no campus Balsas: a importância do cinema como estratégia de reflexão e crítica social. *Anais do X Congresso Nacional de Educação*. Realize editora.
- Silva, A. O. & Barros, M. D. M. (2023). Guia para profissionais da saúde a Partir do vídeo “Todos juntos contra a dengue”. *Revista do Instituto de Ciências Humanas*, 21(31), 172-187.
- Silva, G. E. C., Travassos, L. E. P. & Gonçalves, S. E. C. (2023). Por uma “Espeleotelecartofilia”: a paisagem cavernícola registrada em cartões telefônicos. *Cadernos de Geografia*, 33(72), 274-296.
- Silva, L. I. A. (2022). *Tradução de sotaques: um estudo da influência da dublagem no humor do filme “Como treinar o seu dragão”* (Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Línguas Estrangeiras Aplicadas). Universidade de Brasília.
- Souza, M. F. & Barros, M. D. M. (2023). Guia do educador sobre o livro ‘O meu pé de laranja lima’: a personificação pela mente infantil como anestesia para duras realidades. *Revista Educação Pública*, 23(23), 1-4.
- Szpilman, M. (2023). *Tubarões. Por que atacam o homem?* Mauad Editora Ltda.
- Tapert, A. & Schulian, J. (1995). *Xena: warrior princess*. Duração: 1008 minutos. Cor: colorido. Lançamento: 4 de setembro de 1995. País de origem: Nova Zelândia. 1995.
- Teixeira, C. P., Passos, L., Goulart, V. D. L. R., Hirsch, A., Rodrigues, M. & Young, R. J. (2015). Evaluating patterns of human–reptile conflicts in an urban environment. *Wildlife Research*, 42, 570-578. <https://doi.org/10.1071/WR15143>
- Teixeira, C. P. (2014). *BiodiverCidade* (Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas)
- Yaber, R. L. S. & Barros, M. D. M. (2017). Estudando a evolução biológica por meio de histórias em quadrinhos. *Revista Trilhas Pedagógicas*, 7(7), 103-122.



Recursos digitales interactivos para la enseñanza de ecosistemas: tipologías, enfoques y desafíos didácticos

- Interactive Digital Resources for Teaching Ecosystems: Typologies, Approaches, and Teaching Challenges
- Recursos digitais interativos para o ensino de ecossistemas: tipologias, abordagens e desafios didáticos

Forma de citar este artículo:

Guevara-Córdoba, J. A. y López-Simó, V. (2025). Recursos digitales interactivos para la enseñanza de ecosistemas: tipologías, enfoques y desafíos didácticos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 32 - 50. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-21531>

Resumen

Este estudio examina los recursos educativos digitales interactivos y en línea (REDIO) de acceso libre y en español para la enseñanza de ecosistemas en educación primaria y secundaria. La abundancia de estos recursos representa una oportunidad, pero también un desafío para los docentes al seleccionar aquellos más adecuados para su uso en clase. El objetivo principal es caracterizar estos REDIO según dimensiones clave. Para ello se realizó una búsqueda sistemática en Internet para identificar 277 REDIO únicos sobre ecosistemas. Estos se categorizaron según un sistema de análisis de 6 dimensiones: acciones del usuario, modos de interacción, tipos de representaciones, enfoques educativos, contenidos curriculares y plataformas online. Posteriormente, se empleó la agrupación por clústeres para identificar perfiles y patrones. Los hallazgos revelan una marcada prevalencia de actividades individuales de pregunta-respuesta y asociación simple para evaluar conocimientos factuales, con un predominio de representaciones textuales, y escasas actividades que promuevan el razonamiento, la experimentación o la argumentación científica. Se evidencia un uso limitado de la interactividad para fomentar aprendizajes profundos, priorizando enfoques centrados en la memorización sobre la comprensión, que podría responder a la facilidad de creación de contenidos en plataformas digitales con plantillas prediseñadas, pero restringir la diversidad pedagógica.

Johan Alberto Guevara-Córdoba*  
 Víctor López-Simó**  

* Máster, Docente de aula IED José María Vergara y Vergara (Colombia), Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Catalunya (España). johanguemarac@gmail.com

** Doctor, profesor lector, Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Catalunya (España). victor.lopez@uab.cat

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 10/05/2024
 Fecha de aprobación: 09/06/2025
 Fecha de publicación: 01/07/2025



Este trabajo aporta una caracterización sistemática de los REDIO disponibles actualmente para la enseñanza de ecosistemas.

Palabras clave

recursos educativos digitales; enseñanza de ecosistemas; análisis multidimensional; tipologías de recursos digitales; caracterización de recursos educativos

Abstract

This study examines open-access, Spanish-language interactive and online educational digital resources (REDIO) for teaching ecosystems in primary and secondary education. The abundance of such resources presents both an opportunity and a challenge for teachers in selecting those most suitable for classroom use. The main objective is to characterise these REDIO based on key dimensions. A systematic online search was conducted to identify 277 unique REDIO related to ecosystems. These were categorised using a six-dimensional analytical framework: user actions, modes of interaction, types of representations, educational approaches, curriculum content, and online platforms. Cluster analysis was then applied to identify profiles and patterns. Findings reveal a marked prevalence of individual activities based on question-answer formats and simple matching tasks aimed at assessing factual knowledge, with a dominance of textual representations. There are few activities that foster reasoning, experimentation, or scientific argumentation. A limited use of interactivity to promote deep learning was observed, with a tendency towards memory-focused rather than comprehension-based approaches. This may be due to the ease of content creation through digital platforms offering pre-designed templates, which, however, restricts pedagogical diversity. This work offers a systematic characterisation of currently available REDIO for teaching ecosystems.

Keywords

digital educational resources; ecosystem education, multidimensional analysis; digital resource typologies; educational resource characterisation

Resumo

Este estudo analisa os recursos educacionais digitais interativos e online (REDIO) de acesso livre e em língua espanhola voltados para o ensino de ecossistemas na educação básica, abrangendo os níveis fundamental e médio. A abundância desses recursos representa tanto uma oportunidade quanto um desafio para os docentes na hora de selecionar os mais adequados para uso em sala de aula. O objetivo principal é caracterizar esses REDIO com base em dimensões-chave. Foi realizada uma busca sistemática na internet, identificando 277 REDIO únicos relacionados ao tema ecossistemas. Os recursos foram categorizados conforme um sistema de análise composto por seis dimensões: ações do usuário, modos de interação, tipos de representação, abordagens educacionais, conteúdos curriculares e plataformas online. Posteriormente, utilizou-se a análise de cluster para identificar perfis e padrões. Os resultados revelam uma prevalência acentuada de atividades individuais do tipo pergunta-resposta e associação simples voltadas à avaliação de conhecimentos factuais, com predominância de representações textuais. Observa-se uma escassez de atividades que promovam o raciocínio, a experimentação ou a argumentação científica. Há um uso limitado da interatividade como ferramenta para promover aprendizagens significativas, priorizando-se abordagens centradas na memorização em detrimento da compreensão. Esse padrão pode estar relacionado à facilidade de criação de conteúdos em plataformas digitais com modelos pré-formatados, o que, por outro lado, restringe a diversidade pedagógica. Este trabalho contribui com uma caracterização sistemática dos REDIO atualmente disponíveis para o ensino de ecossistemas.

Palavras-chave

recursos educacionais digitais; ensino de ecossistemas; análise multidimensional; tipologias de recursos digitais; caracterização de recursos educacionais

Introducción

El rápido avance de las tecnologías digitales en las últimas décadas ha propiciado la creación y difusión masiva de recursos educativos en formato digital a través de internet. Desde empresas especializadas en contenidos educativos, hasta instituciones públicas y docentes particulares, son muchos los actores que diseñan y comparten todo tipo de recursos. Como resultado, los docentes tienen ahora a su disposición un amplio y variado conjunto de materiales digitales para apoyar sus clases, o bien para que el alumnado pueda usarlos en línea desde sus hogares. Los recursos educativos digitales disponibles actualmente son altamente diversos tanto en la forma como en el fondo, abarcando desde videos explicativos, videojuegos, animaciones, simulaciones, ejercicios interactivos de preguntas y respuestas, actividades para completar, relacionar conceptos o arrastrar elementos, entre otros muchos formatos (Tapia, 2020; López-Simó *et al.*, 2020). Esta amplia variedad comprende prácticamente todos los contenidos curriculares de las distintas disciplinas (ciencias, lenguas, matemáticas, arte, etc.) y etapas educativas.

Dentro de las ciencias naturales, una de las temáticas donde se encuentran múltiples recursos educativos son los ecosistemas, ya que la enseñanza de estos juega un papel relevante dentro de la mayoría de los currículos, ya sean nacionales o regionales. Una rápida búsqueda en internet permite identificar decenas de videos, animaciones, tareas o videojuegos interactivos donde se pide al estudiante (el usuario del recurso) interactuar de un modo u otro con el recurso, ya sea respondiendo a preguntas, navegando, seleccionando opciones, etc. Sin embargo, esta variedad y abundancia de recursos educativos relacionados con una temática como los ecosistemas a veces puede ser también un elemento de confusión, ya que

la falta de orientación sobre las principales características de los recursos digitales disponibles en la red, y su idoneidad para el desarrollo en el aula constituyen una dificultad significativa para los docentes a la hora de su elección y uso en clase, como señalan Ouariachi *et al.* (2017). La disponibilidad de estos recursos digitales interactivos constituye una gran oportunidad didáctica, pero su diversidad implica también el reto para docentes de seleccionar los más apropiados para el logro de sus objetivos en la enseñanza de la biología y particularmente de los ecosistemas.

Ante esta problemática, el presente trabajo se plantea como objetivo principal caracterizar un conjunto de recursos educativos digitales, interactivos y en línea, de libre acceso y en español, para la enseñanza y el aprendizaje de los ecosistemas en la educación primaria o secundaria. Específicamente, se busca seleccionar y caracterizar dicho conjunto de recursos mediante descriptores didácticos, analizar la prevalencia de estas características e identificar las tipologías más relevantes tanto por su frecuencia como por sus características didácticas. Se espera que los resultados permitan orientar al profesorado al momento de seleccionar recursos digitales para sus clases sobre ecosistemas, así como identificar áreas de oportunidad en cuanto al diseño de este tipo de recursos educativos. Por tanto, este trabajo pretende ser una contribución hacia un aprovechamiento más efectivo de las tecnologías digitales interactivas para la enseñanza y el aprendizaje de los ecosistemas en la escuela.

Antecedentes

Para el presente trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica para establecer el estado del arte, en la cual se tuvo en cuenta a seis autores que han realizado aportes relevantes

para comprender y clasificar los recursos educativos digitales, especialmente aquellos con componentes interactivos y en línea.

Entre los autores se puede mencionar a Gros (2000), quien propone una de las primeras taxonomías para clasificar estos recursos educativos basándose en su interactividad, intencionalidad educativa y contenido específico. Asimismo, Lawless y Schrader (2010) clasifican los recursos educativos según habilidades cognitivas, mientras que Pintó *et al.* (2010) los identifican según tipos de aprendizaje. Por su parte, Ouariachi *et al.* (2017) distinguen entre recursos informativos, comunicativos y de simulación, mientras que López-Simó *et al.* (2017) proponen una taxonomía que se fundamenta en el contexto de la práctica científica, con el fin de entender cómo los recursos digitales influyen en la enseñanza de las ciencias. A su vez, Galván-Pérez *et al.* (2018) identifican varios tipos de recursos educativos según su accesibilidad y enfoque, incluyendo aquellos que emplean realidad aumentada y realidad virtual. Por otro lado, López-Simó (2021) presenta una clasificación que se centra en el grado de realidad o virtualidad de los recursos, junto con su capacidad para promover la exploración y la expresión de ideas entre los estudiantes.

Si bien estas investigaciones han sentado bases importantes para comprender y categorizar los recursos educativos digitales interactivos y en línea, aún no se han encontrado trabajos que se enfoquen específicamente en la evaluación y clasificación de este tipo de recursos para la enseñanza del modelo de ecosistemas, tema central que será abordado en detalle en el marco teórico y metodológico de este estudio.

Marco teórico

¿Qué se entiende por la enseñanza de los ecosistemas?

La enseñanza sobre ecosistemas en el aula implica abordar múltiples conceptos y fenómenos complejos fuertemente interrelacionados. Tal como plantea Kammerbauer (2001), un ecosistema se define como un sistema conformado por organismos vivos y su ambiente físico, conectados mediante el intercambio de energía, materia e información. Los ecosistemas integran diversos elementos, entre ellos: flujos de energía provenientes principalmente del sol, ciclos de elementos como el agua, nutrientes y carbono que se transforman y circulan, una trama de organismos interactuando, adaptándose y regulando poblaciones, así como un ambiente físico que provee condiciones y recursos. Todos estos componentes configuran un entramado dinámico que hace posible la continuidad de la vida (Kammerbauer, 2001).

Existen diversas perspectivas al abordar la enseñanza de este tema, ya que el concepto de ecosistema es sumamente abstracto y sistémico. Enseñar sobre ecosistemas puede implicar centrarse en las tipologías de ecosistemas existentes

(bosques, desiertos, estuarios, ecosistemas marinos, etc.), su localización geográfica, sus componentes bióticos y abióticos, las relaciones tróficas intra e interespecíficas, las pirámides de biomasa, los diagramas de flujos de materia y energía o las interacciones con otros ecosistemas contiguos, entre otros (Bermúdez y De Longhi, 2006; García-Rodeja et al. 2020).

Ante tal diversidad de contenidos curriculares relacionados con los ecosistemas, el proceso de enseñanza-aprendizaje que se da en las aulas transita desde preguntas fácticas como ¿qué es un ecosistema? o ¿qué tipos de ecosistemas existen en el planeta?, hasta demandas más complejas y competenciales que buscan la comprensión, aplicación y evaluación de conocimientos por parte del estudiante sobre las consecuencias de desequilibrios en la trama ecosistémica. Esta diversidad de niveles de comprensión conceptual y sistémica ha llevado a proponer desde la didáctica de las ciencias el concepto de “alfabetización ecológica”. Esto se refiere a la progresiva apropiación de los principios de funcionamiento y organización de los ecosistemas por parte de los estudiantes, para poder aplicar dicho entendimiento a problemas socioambientales actuales y tomar decisiones fundamentadas (García-Rodeja et al., 2020). Sin embargo, desarrollar la alfabetización ecológica en el aula involucra superar retos didácticos y disciplinares que demandan atención tanto en la planificación docente como en la implementación de actividades. Bajo esta perspectiva, Marbà (2020) plantea que se requiere una estructuración cuidadosa de los conceptos para que los estudiantes construyan paulatinamente su conocimiento sobre principios ecológicos clave, superando la lógica de la memorización fragmentada de datos y hechos desconectados entre ellos.

En este contexto, la propuesta de orientación curricular incluida en los *Next Generation*

Science Standards (NGSS, 2013) entregan un útil marco al establecer expectativas progresivas sobre lo que los estudiantes deben saber y poder hacer en ciencias a lo largo de su escolaridad. Sus “ideas nucleares” para la enseñanza de ecosistemas abordan dimensiones centrales como las relaciones de interdependencia, los ciclos de materia y energía, la dinámica y resiliencia ecosistémica, y la interacción entre biodiversidad y seres humanos. Conseguir que el alumnado estructure sus ideas sobre ecosistemas en torno de estas dimensiones ayudaría al desarrollo de su alfabetización ecológica según lo planteado por García-Rodeja et al. (2020).

¿Qué se entiende por recursos educativos digitales interactivos y online?

Los recursos educativos digitales pueden ser definidos como herramientas tecnológicas, generalmente basadas en software educativo, que se emplean en contextos educativos, con el propósito de apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la internet y de dispositivos mediadores. Constituyen una amplia variedad de herramientas educativas que se han expandido en los últimos años. Como señalan Márquez y Márquez (2018), estos recursos ofrecen posibilidades de comunicación, colaboración e intercambio de información entre los participantes del proceso educativo, y en los últimos años han posibilitado explorar nuevas formas de personalización, colaboración e hibridación de entornos de aprendizaje (Hernández, 2017), que resultan fundamentales en el complejo panorama educativo posterior a la pandemia de COVID-19 (Cotino, 2020).

Actualmente, existe una gran diversidad de recursos educativos digitales en cuanto a sus características: pueden ser utilizados tanto

online como offline; permiten incorporar entornos virtuales o dispositivos electrónicos híbridos; y pueden emplear diferentes modalidades de lenguajes, formas de interacción (teclado, ratón, pantalla táctil, etc.) y dinámicas de interacción. Ante esta amplia casuística de recursos educativos digitales, varios autores han propuesto taxonomías y formas de clasificación centradas en distintos criterios.

Gros (2000) distingue cinco categorías según el grado de interactividad, la intencionalidad educativa y el contenido específico: recursos instructivos, recursos para el acceso a la información, recursos para la creación, recursos para el desarrollo de estrategias y recursos para la comunicación. Por su parte, Lawless y Schrader (2010) se centran en las habilidades cognitivas implicadas, como habilidades motoras e intelectuales básicas, habilidades de predicción, estrategias y motricidad avanzada, habilidades de planificación, gestión de recursos y organización estratégica, así como habilidades de análisis y resolución de problemas.

Asimismo, Pintó *et al.* (2010) clasifican estos recursos según los tipos de aprendizaje que promueven, diferenciando entre aquellos que favorecen el aprendizaje procedimental, la comprensión de conceptos científicos, el desarrollo del pensamiento crítico y la organización y representación del conocimiento. Otros autores, como Ouariachi *et al.* (2017), distinguen entre recursos informativos, comunicativos y de simulación, mientras que López-Simó *et al.* (2017) se basan en el marco de práctica científica para categorizar el papel de cada tipo de recurso, considerando la relación del estudiante con el contenido del recurso, la especificidad del recurso respecto a la disciplina, la naturaleza del fenómeno y la concepción del aprendizaje.

De igual manera, Galván-Pérez *et al.* (2018) diferencian los recursos educativos digitales en recursos educativos abiertos, juegos serios, realidad aumentada y realidad virtual. Finalmente, López-Simó (2021) propone una taxonomía centrada en el plano de realidad o virtualidad y en cómo estos recursos están orientados a explorar e interactuar con modelos o a la expresión de ideas del alumnado en el contexto de la enseñanza de las ciencias.

Cada una de estas propuestas ofrece una perspectiva relevante para entender el amplio espectro de posibilidades que brindan estos recursos. Sin embargo, el presente trabajo se centra en aquellos recursos educativos digitales que cumplan con tres características principales: interactividad, acceso online y disponibilidad de uso libre. Por interactividad se hace referencia a recursos que promueven el diálogo y el intercambio entre participantes, y que responden a las acciones de los estudiantes con los dispositivos (Marquès, 1996), lo que excluye a todos aquellos recursos que, por ejemplo, simplemente impliquen la lectura de un texto (por ejemplo, en formato PDF) o la visualización de un video online (por ejemplo, en Youtube). A su vez, se hace foco en aquellos recursos de acceso online, de forma que puedan ser usados a través de un navegador de internet sin la necesidad de tener instalado un software específico, excluyendo así todos los recursos que implican el uso de hardware específico o también de dispositivos digitales

periféricos (sensores, robots, cámaras, etc.). Finalmente, se tienen en cuenta los recursos cuya disponibilidad sea solo de uso libre y gratuito, de manera que el acceso, la adaptación y la redistribución de los recursos no presenten restricciones legales o económicas, aunque en algunos casos incluya publicidad. Es decir, el núcleo de este estudio serán los ahora denominados “Recursos Educativos Digitales Interactivos y Online” (REDIO en adelante).

Metodología

Con el objetivo de caracterizar de forma sistemática los REDIO orientados a la enseñanza de los ecosistemas disponibles en 2023 de forma gratuita y en español, se plantea una metodología mixta, que integra análisis cualitativos y cuantitativos. Por un lado, la aproximación metodológica cualitativa es esencial para identificar, seleccionar y realizar un primer nivel de caracterización de la muestra de REDIO obtenidos de internet. Por el otro, los análisis cuantitativos son necesarios para determinar la prevalencia de cada una de las categorías definidas, en el conjunto de herramientas analizadas.

La metodología de investigación está estructurada en tres fases: 1) selección de los REDIO, mediante una búsqueda y selección sistemática; 2) categorización de estos recursos en un sistema de análisis de 6 dimensiones; y 3) clusterización utilizando variables activas e ilustrativas, para identificar perfiles y patrones.

Fase 1: selección sistemática de los REDIO

El objetivo de esta primera fase fue llevar a cabo una selección sistemática y exhaustiva de los REDIO de acceso libre en español, disponibles para la enseñanza de los ecosistemas a fecha de principios de 2023. Para lograr esto, se utilizó un proceso de búsqueda sistemática inspirado en el método PRISMA (Preferred

Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) descrito por Page *et al.* (2021).

Inicialmente, se establecieron palabras claves específicas para realizar la búsqueda en internet. Estas se dividieron en dos grupos: 1) palabras relacionadas con contenidos sobre ecosistemas (donde se incluyeron los términos ecosistema, red trófica, ciclos biogeoquímicos, niveles tróficos y biodiversidad) y 2) palabras vinculadas con mecánicas y formatos digitales interactivos (incluye los términos juego, simulación, animación interactiva, recurso interactivo, videojuego, quiz, examen y preguntas).

Las búsquedas se realizaron en el buscador de Google, combinando cada palabra de contenidos con cada palabra de mecánicas y formatos digitales. Se revisaron las primeras 10 páginas de resultados de cada consulta, al considerar que estas suelen presentar mayor relevancia (Google, 2023). A su vez, se exploraron recursos en plataformas especializadas en recursos educativos y se examinaron las primeras 5 páginas de cada plataforma.

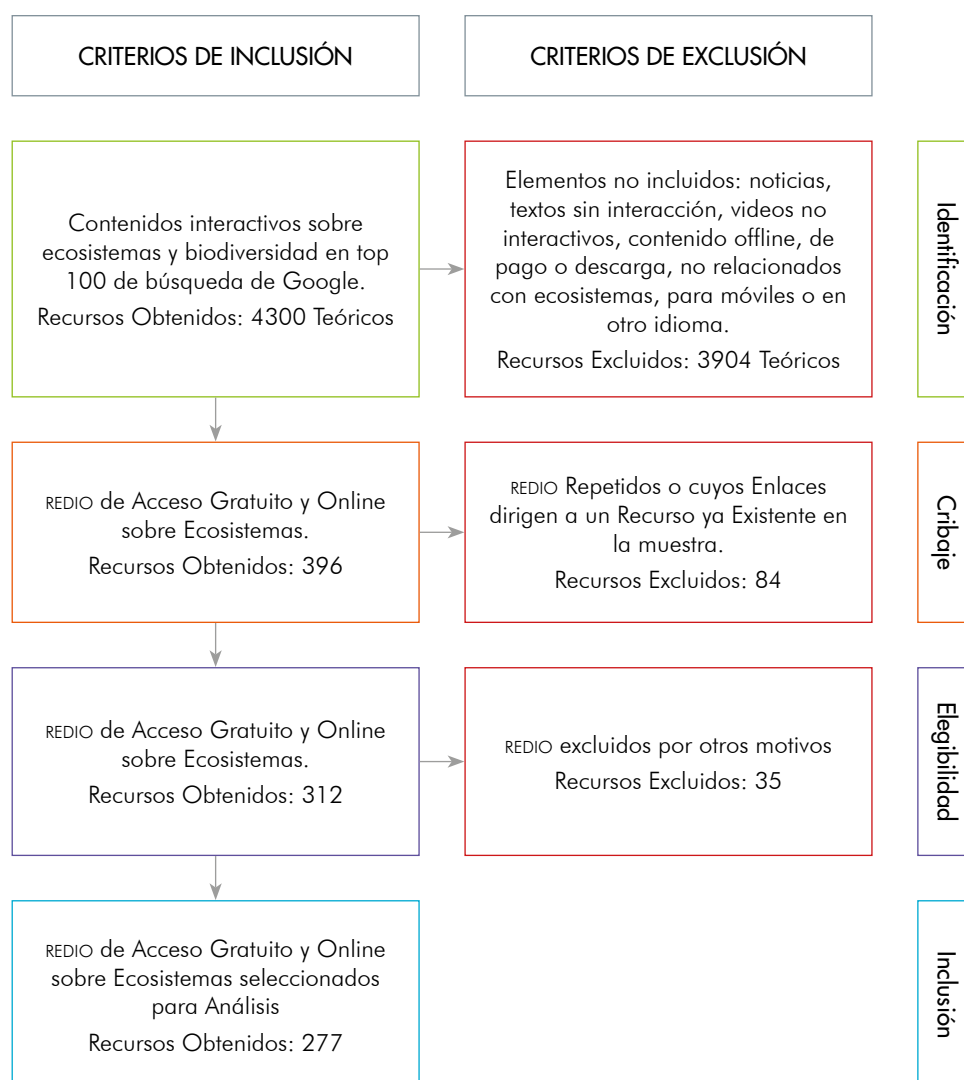
Los resultados se sometieron a un filtrado sistemático basado en criterios de inclusión y exclusión predefinidos, tal como se muestran en la figura 1. Así, al combinar los 5 términos de búsqueda sobre contenidos y los 8 términos de búsqueda sobre recursos (por ejemplo ecosistema + juego, luego ecosistema + simulación, etc.), se obtuvieron un total de 40 combinaciones. Y, teniendo en cuenta que para cada combinación se consideraron las 100 primeras entradas de Google, esto nos dio un total de 4000 posibilidades de recursos. A estas 4000 se les sumaron 300 posibles enlaces a las principales plataformas de recursos, para un total de 4300 posibles resultados teóricos.

Sin embargo, de estos 4300 resultados, en primer lugar, se excluyeron todos los enlaces que no cumplían con los criterios de identificación:

noticias, videos de *YouTube* u otras plataformas, documentos en PDF, posts en redes sociales, etc.; recursos dirigidos a enseñanza superior o universitaria, excluyendo también todos los recursos que fueran *offline* o en idiomas distintos al español. De este modo, se identificaron un total de 396 recursos que cumplían con las características esperadas.

En una posterior fase de cribaje se eliminaron los enlaces duplicados (ya que algunas búsquedas distintas llevaban al mismo resultado), y, para cumplir los criterios de elegibilidad, se refinó aún más la muestra al descartar aquellos enlaces que no funcionaban adecuadamente. De este modo, se obtuvo una selección final de 277 REDIO únicos disponibles en internet para la enseñanza de ecosistemas.

Figura 1. Proceso de búsqueda sistemática de REDIO



Fuente: elaboración propia.

Estos 277 recursos seleccionados se registraron en una base de datos donde se especificó un código identificativo en formato de número, las palabras claves que se habían empleado para encontrarlo, el vínculo o URL de este y la plataforma en la que está alojado. Esta compilación de REDIO constituye el insumo principal para las siguientes fases de análisis.

Fase 2: categorización de los REDIO mediante un sistema de análisis de 6 dimensiones

El propósito de esta segunda fase fue diseñar y aplicar un instrumento que permitiera analizar

y categorizar los 277 REDIO seleccionados en la Fase 1. Para ello, se definió un primer sistema de categorización constituido por 9 dimensiones y 39 categorías. Este se sometió a un proceso de triangulación con la participación de los dos autores del artículo por separado, así como 3 docentes externos con experiencia en la enseñanza de la biología, que aplicaron el instrumento preliminar a una muestra piloto de REDIO y se compararon los resultados obtenidos. Finalmente, se optó por un sistema compuesto por 6 dimensiones, cada una de ellas asociada con un conjunto de categorías que permiten un análisis detallado de las características de los recursos digitales, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Sistema de dimensiones y categorías

Dimensión	Categorías
Acciones de usuario: ¿Qué tipo de interacción realiza la persona usuaria con cada recurso a través del teclado, el ratón o la pantalla?	• Arrastrar (objetos o elementos). • Desplazar (un avatar). • Escribir (con el teclado). • Modificar parámetros y valores numéricos. • Seleccionar (objetos, palabras u otros elementos gráficos). • Visualizar la información.
Modos de interacción: ¿Qué tipo de interacción realiza la persona usuaria con otras personas?	• Colaborativo. • Competitivo. • Solitario.
Tipos de representaciones: ¿Qué tipo de representaciones son las que se usan de forma mayoritaria en cada recurso?	• Artísticas. • Diagramáticas. • Fotográficas. • Gráficas técnicas. • Textuales.
Tipos de enfoques educativos: ¿Cuál es la finalidad didáctica subyacente en cada recurso?	• Evaluar el conocimiento previo del alumnado. • Evaluar el razonamiento y la comprensión conceptual del alumnado. • Evaluar la comprensión literal de la información que aparece en el recurso. • Experimentar con un sistema o fenómeno (modificando variables) • Presentar al alumnado información enciclopédica.
Tipos de contenidos curriculares: ¿Qué temáticas curriculares sobre ecosistemas se abordan en cada recurso?	• Biodiversidad. • Componentes del ecosistema. • Definiciones básicas sobre ecosistemas. • Dinámicas de población en un ecosistema. • Flujo de energía en un ecosistema. • Problemáticas ambientales. • Temáticas integrales de ecología. • Tipos de ecosistemas y biomas. • Gestión Ambiental.
Plataformas online: ¿En qué plataforma online se puede encontrar cada recurso?	• Celebrity. • Educaplay. • Quizizz. • Wordwall. • Cienciacontic. • Quizalize. • JuegosArea. • PhetColorado. • (Otras).

Fuente: elaboración propia.

Una vez definido y refinado el sistema de categorización, se procedió a aplicar el instrumento a toda la muestra de 277 REDIO previamente compilada. Los resultados se registraron en una tabla de Excel, indicando para cada recurso analizado (filas) el número de categoría correspondiente en cada una de las 6 dimensiones evaluadas (columnas). Una vez elaborada la categorización de las 277 unidades de análisis, se realizó un recuento y representación en gráficas de superficie de los resultados, para determinar la prevalencia de las distintas categorías en cada dimensión.

Fase 3: clusterización mediante variables activas e ilustrativas

En paralelo al recuento de la prevalencia de cada categoría asociada a cada dimensión, se realizó un proceso de clusterización. Para ello, inicialmente se eligieron las variables activas (es decir, aquellas que permiten conformar grupos homogéneos de recursos similares entre sí), en base a las dimensiones presentadas en la Tabla 1. En este caso, se seleccionaron como variables activas para la clusterización las dimensiones “acciones de usuario”, “tipos de representaciones” y “tipos de enfoques educativos”. La dimensión “modos de interacción” fue descartada ya que, como se verá en los resultados, la inmensa mayoría de casos correspondían a una única categoría, haciendo de esta dimensión una variable no operativa. Finalmente, las variables “tipos de contenidos curriculares” y “plataformas online” se usaron posteriormente como variables ilustrativas, es decir no para agrupar sino para describir y caracterizar en detalle los agrupamientos.

Así, la base de datos fue organizada a partir de la combinación de categorías dentro de estas tres dimensiones. Por ejemplo, se agruparon todos los recursos categorizados como Interacción de tipo “seleccionar” con modalidad de lenguaje de tipo “representaciones textuales” y enfoque didáctico de tipo “evaluación de comprensión literal” y se analizó cuál era el denominador común de todos los recursos que cumplían estas 3 categorías, asignándole una definición. Para hacer esta agrupación, se usaron filtros y tablas dinámicas de Excel, y se obtuvo como resultado la clasificación que presentaremos en la Tabla 2.

Resultados y análisis

A continuación, se presenta, por un lado, los resultados de la caracterización de los $n=277$ REDIO seleccionados usando estadística descriptiva, y por el otro, la caracterización a través de los 8 clústeres definidos.

Caracterización de los REDIO a través del análisis de dimensiones

Al examinar las frecuencias de aparición de las diferentes categorías presentes en los REDIO para la enseñanza de ecosistemas (figura 2), se observa una serie de tendencias generales que permiten comprender mejor el diseño y la utilización de

estos recursos. Esta aproximación desvela una serie de aspectos relevantes a considerar, tales como la preponderancia de ciertas acciones del usuario, el modo de interacción dominante, la

preferencia por determinadas representaciones de la información, el enfoque educativo predominante, los contenidos curriculares más frecuentes y las plataformas online más utilizadas.

Figura 2. Prevalencia de las distintas categorías en cada dimensión.



Al examinar las frecuencias de diversas acciones de usuario en los REDIO, se observa que la acción más frecuente es “Seleccionar” (47%), seguida por “Arrastrar objetos” (24%) y “Visualizar” (12%). En contraste, acciones potencialmente más complejas como “Escribir” (8%), “Modificar” (6%) y “Desplazar” (4%) presentan menores porcentajes. Estas tendencias sugieren que el diseño de los REDIO puede estar influenciado por la facilidad de implementación de interacciones simples en plataformas digitales, así como por limitaciones como falta de conocimientos tecnológicos y recursos limitados. Aunque estas actividades prácticas son accesibles, podrían no promover adecuadamente el desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes.

Respecto al modo de interacción, la mayoría de los REDIO promueven actividades individuales sin interacción entre estudiantes (90%), mientras que las interacciones competitivas o colaborativas son menos comunes (8% y 2%, respectivamente). Esta prevalencia de actividades individuales puede estar relacionada con la facilidad de implementación y limitaciones de tiempo y recursos. Sin embargo, las interacciones grupales son fundamentales para el aprendizaje de conceptos biológicos complejos, como la interdependencia en los ecosistemas, por lo que la integración de modalidades colaborativas podría enriquecer el aprendizaje (Johnson y Johnson, 2002).

En cuanto a los tipos de representaciones de información y contenidos utilizados, los REDIO muestran un claro predominio de las representaciones textuales (69%), en comparación con formatos como fotografías (16%), artísticos (9%), gráficos técnicos (4%) y diagramáticos (1%). Según Lemke (1998), esta tendencia refleja la valoración tradicional del texto en la educación. Sin embargo, una integración más balanceada de diferentes tipos de representaciones podría proporcionar una experiencia de aprendizaje más rica. Otras posibles razones son las limitaciones tecnológicas o creativas para generar representaciones más enriquecedoras, y las preferencias del público estudiantil por textos debido a su familiaridad, o a que la creación de contenido textual puede ser más sencillo y menos costoso que la producción de representaciones más visuales o interactivas.

En lo que respecta a los tipos de enfoques educativos, los REDIO se enfocan principalmente en evaluar el conocimiento previo (75%) y la comprensión literal (12%), mientras que métodos que evalúan la aplicación práctica del conocimiento como el enfoque experimental (8%) y el Evaluativo de razonamiento y comprensión (1%) son menos comunes. Esta distribución indica una preferencia por revisar conceptos básicos más que por fomentar habilidades de pensamiento crítico y análisis profundo. Según Sanmartí y Marchán-Carvajal (2014), centrarse solo en conocimientos básicos puede limitar el entendimiento de conceptos más complejos. Resaltan la importancia de utilizar los REDIO no solo para evaluar sino también para promover el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el análisis reflexivo, esenciales para el desarrollo cognitivo completo de los estudiantes.

La distribución de *tipos de contenidos curriculares* en los REDIO revela una preferencia por el “flujo de energía en un ecosistema” (25%), seguido por “temáticas integrales” y “componentes del ecosistema” (ambos 14%). Temas como “biodiversidad” y “definiciones básicas” se tratan con menor frecuencia (12% y 8%, respectivamente), mientras que problemáticas ambientales y dinámicas de población son aún menos comunes (4%). Estos hallazgos pueden estar vinculados al uso habitual de estos recursos para evaluar los contenidos tratados en los módulos de clase, siguiendo la dimensión “enfoques educativos” mencionada anteriormente. Según Thagard (1992), es esencial tener una comprensión sólida de los componentes básicos y los tipos de un sistema antes de poder entender sus relaciones y funciones más complejas.

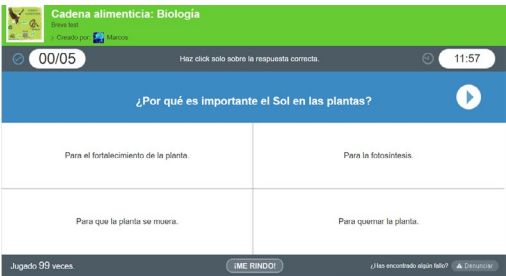
Por último, el análisis de las *plataformas online* donde se alojan los REDIO revela un panorama interesante que merece una exploración más profunda. Según los resultados, se destaca un claro predominio de ciertas opciones, como “Cerebrity” (31%), seguido por “Educaplay” (25%), “Quizizz” (15%), y “Wordwall” (13%). Otras tienen una presencia más modesta, como “Cienciascon TIC” (3%) y “Quizalize” (2%), “PhetColoradoedu” (1%) y

“Juegosarea” (1%). Estos resultados pueden explicarse por la popularidad y reconocimiento de ciertas plataformas entre los docentes que pueden influir en su elección. Sin embargo, es importante considerar que esta concentración en unas pocas opciones también podría limitar la diversidad de enfoques educativos disponibles para los estudiantes. En este sentido, autores como Hattie y Yates (2018), han destacado la importancia de la diversificación de estrategias educativas para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

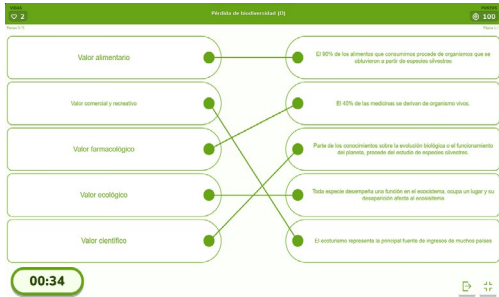
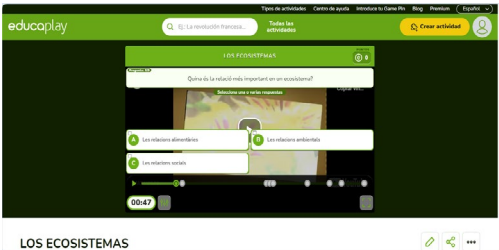
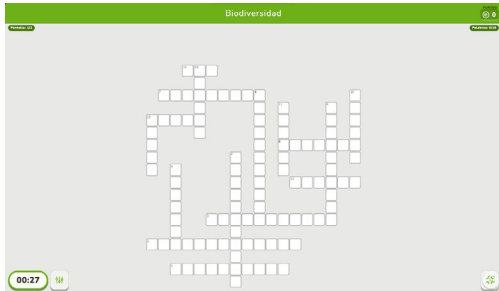
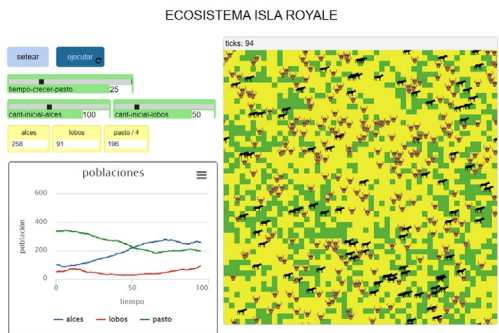
Caracterización de los REDIO a través de clústeres

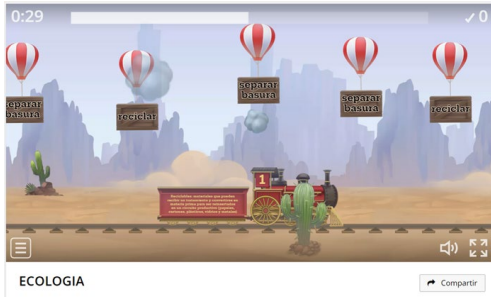
A través de la agrupación por variables activas, se han obtenido un total de 8 clústeres, presentados en la Tabla 2. Esta tabla ofrece una clasificación detallada de diversas tipologías de REDIO utilizados para la enseñanza de conceptos ecológicos y de ecosistemas. Cada fila de la tabla describe un clúster, y en diferentes columnas se especifican las variables activas (acción que el estudiante debe realizar, el enfoque educativo propuesto, y las representaciones de contenido empleadas) y las variables ilustrativas (la temática central y la plataforma digital mayoritaria asociada), así como un ejemplo y un enlace para cada clúster.

Tabla 2. Clústeres de REDIO en español, de acceso libre para la enseñanza de los ecosistemas

Nombre del Clúster	Variables activas	Variables ilustrativas	Ejemplo
Quiz de opción múltiple con respuestas de texto. (113)	Acción: Seleccionar una opción. Temática: Tipos de ecosistemas y biomas. Enfoque: Evaluar conocimiento previo.	Representaciones: Textual. Plataforma: Cerebrity.	

Fuente: <https://acortar.link/Ockvmo>

Nombre del Clúster	Variables activas	Variables ilustrativas	Ejemplo
Actividades de asociación texto-texto o texto-imagen. (72)	Acción: Arrastrar objetos. Temática: Flujo de energía en un ecosistema. Enfoque: Evaluar conocimiento previo.	Representaciones: Combinación de textual, foto-realista y artístico. Plataforma: Cerebrity.	
Fuente: https://acortar.link/1egfXw			
Videos con preguntas integradas. (30)	Acción: Visualizar. Temática: Componentes del ecosistema. Enfoque: Evaluar comprensión.	Representaciones: Combinación de textual, foto-realista. Plataforma: Educaplay.	
Fuente: https://acortar.link/1K7Yzv			
Actividades de rellenar o completar texto. (18)	Acción: Escribir. Temática: Temáticas integrales de ecología. Enfoque: Evaluar conocimiento previo.	Representaciones: Textual. Plataforma: Educaplay.	
Fuente: https://acortar.link/Cf6Jiv			
Simulaciones virtuales de ecosistemas. (17)	Acción: Modificar parámetros y valores. Temática: Dinámica de poblaciones. Enfoque: Experimentar.	Representaciones: Combinación de foto-realista y gráfico. Plataforma: CienciasCONTIC.	
Fuente: https://acortar.link/snxcoh			

Nombre del Clúster	Variables activas	Variables ilustrativas	Ejemplo
Actividades de pasatiempo sobre ecosistemas. (11)	Acción: Arrastrar objetos. Temática: Definiciones básicas. Enfoque: Sin intención didáctica.	Representaciones: Textual. Plataforma: Educaplay.	
Fuente: https://acortar.link/bs7G69			
Videojuegos con preguntas y retos sobre ecosistemas. (9)	Acción: Desplazar un avatar. Temática: Problemáticas ambientales y Tipos de ecosistemas y biomas. Enfoque: Evaluar conocimiento previo.	Representaciones: Combinación de artístico y foto-realista. Plataforma: Wordwall.	
Fuente: https://acortar.link/3ezzOv			
Animaciones y recursos enciclopédicos sobre ecosistemas. (7)	Acción: Visualizar. Temática: Temáticas integrales de ecología. Enfoque: Presentar información.	Representaciones: Combinación de textual, foto-realista y artístico. Plataforma: Ambientech.	
Fuente: https://acortar.link/kYoXz3			

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta tabla, se observa que los quiz de opción múltiple, con 113 instancias, son los más comunes y se utilizan primordialmente para evaluar el conocimiento previo sobre tipos de ecosistemas y biomas, empleando mayoritariamente representaciones textuales en la plataforma Cerebrity. Le siguen en frecuencia las actividades de asociación texto-texto o texto-imagen, con 72 menciones, enfocadas en el flujo de energía en un ecosistema y que utilizan una combinación de repre-

sentaciones textuales, foto-realistas y artísticas. Los videos con preguntas integradas aparecen 30 veces, dirigidos a evaluar la comprensión sobre los componentes de los ecosistemas, y se destacan por el uso de representaciones foto-realistas y textuales en Educaplay. Las actividades de rellenar o completar texto, presentes en 18 ocasiones, promueven la escritura para evaluar conocimientos previos en temáticas integrales de ecología, exclusivamente en formato textual. Las simulaciones

virtuales, con 17 registros, permiten a los estudiantes modificar parámetros y valores en escenarios de dinámica de poblaciones, y ofrecen una experiencia inmersiva a través de representaciones gráficas y foto-realistas en CienciasCONTIC. Menos frecuentes son las actividades de pasatiempo sobre ecosistemas y los videojuegos con preguntas y retos, con 11 y 9 apariciones respectivamente, los cuales emplean acciones de arrastrar objetos y desplazar avatares para introducir definiciones básicas y problemáticas ambientales mediante combinaciones de representaciones artísticas y foto-realistas. Finalmente, las animaciones y recursos enciclopédicos, aunque menos prevalentes con 7 ejemplos, se utilizan para presentar información detallada sobre ecología en diversos formatos visuales en Ambientech.

Estos resultados sugieren la prevalencia de actividades de pregunta-respuesta y asociación simple, principalmente centradas en la evaluación de conocimientos factuales. Como propone García-Rodicio (2016), estas acciones pueden representar un menor costo para el docente y el estudiante, tanto en esfuerzo cognitivo como en tiempo de implementación y respuesta. Sin embargo, se observa un uso limitado de recursos interactivos más avanzados, como simulaciones o herramientas colaborativas. Estos tipos de REDIO, aunque menos frecuentes, podrían ofrecer un enfoque pedagógico diferente, orientado a la experimentación y a la colaboración, promoviendo un aprendizaje más profundo. Por ejemplo, las simulaciones virtuales permitirían a los estudiantes manipular variables para observar efectos en un ecosistema, facilitando la comprensión de relaciones complejas y procesos dinámicos. Además, los recursos colaborativos, donde los estudiantes trabajan juntos en la resolución de problemas, pueden fomentar habilidades de pensamiento crítico (Márquez y Roca, 2006), mejorando así la comprensión de conceptos ecosistémicos al integrar perspectivas diversas. Incluir más actividades de este tipo podría equilibrar la tendencia actual hacia la memorización, favoreciendo una experiencia de aprendizaje más enriquecedora al no limitar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo.

Conclusiones

La disponibilidad de recursos educativos digitales para la enseñanza de la biología ha aumentado exponencialmente, y brinda a los docentes una vasta gama de herramientas a su disposición. Este fenómeno impulsó el presente estudio hacia una revisión exhaustiva de los Recursos Educativos Digitales Interactivos y Online (REDIO), con el objetivo de obtener una visión global sobre su diseño y utilidad pedagógica. Para ello, a partir de 4300 resultados teóricos en la búsqueda de REDIO sobre ecosistemas, se seleccionaron 277 recursos para su análisis, primero a través de un sistema de clasificación por dimensiones y después a través de una agrupación por clústeres.

Este análisis revela que, pese a la abundancia de recursos, existe una marcada tendencia hacia formatos concretos, que se repiten una y otra vez. Destacan

las actividades de pregunta-respuesta y asociaciones simples, de interacción individual, focalizada en la evaluación de conocimientos factuales del alumnado a través de actividades de tipo quiz, donde los estudiantes deben seleccionar la respuesta correcta de un conjunto de opciones, o en tareas de asociación que conectan conceptos con imágenes. En cambio, hay pocas actividades que promuevan el razonamiento, experimentación o argumentación científica del alumnado.

Estos resultados evidencian una utilización limitada de la interactividad para fomentar procesos de aprendizaje más profundos, e invita a reflexionar sobre la simplicidad predominante en los recursos disponibles, que rara vez aprovechan el potencial de la tecnología digital para promover la experimentación mediante simulaciones o el trabajo colaborativo a través de actividades grupales. Este patrón de diseño, centrado en la memorización más que en la comprensión, puede entenderse como una respuesta a la facilidad de uso y accesibilidad que ofrecen las plataformas digitales. Las plantillas prediseñadas simplifican la creación de contenidos educativos, pero al mismo tiempo, conducen a una homogeneización que favorece los recursos más sencillos y rápidos de elaborar. Aunque esto facilita a los educadores la implementación de tecnologías educativas, también limita la diversidad y riqueza pedagógica de los recursos desarrollados.

Limitaciones y futuras líneas de estudio

Esta investigación presenta algunas limitaciones inherentes que abren la puerta a futuras líneas de estudio. En primer lugar, la exploración se centró en recursos en español, lo cual restringe la generalización de los hallazgos a contextos donde predominan recursos en otros

idiomas, como el inglés. Ampliar el análisis a recursos en diferentes idiomas permitiría obtener una perspectiva más global y enriquecida sobre las tipologías y características de los REDIO en distintos contextos culturales. Además, el estudio se basó en un análisis teórico sin evaluar directamente el impacto educativo de los REDIO en el aprendizaje de los estudiantes, lo que limita la comprensión de su efectividad para fomentar habilidades cognitivas avanzadas o la motivación estudiantil. Incorporar estudios empíricos en el aula, como experimentos, mediciones cualitativas y cuantitativas, ayudaría a validar de manera más sólida la utilidad pedagógica de estos recursos.

La metodología de búsqueda y selección de REDIO, basada en un solo buscador y en plataformas populares, podría haber sesgado la muestra hacia los recursos más visibles, dejando fuera aquellos menos accesibles, pero potencialmente valiosos. Futuras investigaciones podrían explorar métodos de búsqueda y selección más amplios, incluyendo consultas en diferentes buscadores, bases de datos, y la participación de docentes y expertos, para obtener una visión más completa del panorama de REDIO disponibles. Asimismo, realizar estudios cualitativos mediante encuestas y entrevistas a docentes podría proporcionar una comprensión más profunda de sus percepciones y necesidades respecto a la integración de los REDIO en el aula, lo que facilitaría mejoras en su diseño y aplicación.

Por último, sería valioso desarrollar una rúbrica que establezca criterios y estándares sobre el diseño óptimo de los REDIO, considerando aspectos didácticos, de contenido, demanda cognitiva, y usabilidad. Esto permitiría orientar la creación de recursos hacia una mayor calidad y adecuación a las necesidades educativas de los estudiantes.

Referencias

- Bermúdez, G. M. Á. y De Longhi, A. L. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología. *Campo Abierto*, 25 (2), 13-38. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/14762/1/0213-9529_25_2_13.pdf
- Cotino, L. (2020). La enseñanza digital en serio y el derecho a la educación en tiempos del coronavirus. *Revista de Educación y Derecho. Education and Law Review*, (21), 2-12. <https://doi.org/10.1344/REYD2020.21.31283>
- Galván-Pérez, L., Ouariachi, T., Pozo-Llorrente, M. T. y Gutiérrez-Pérez, J. (2018). Outstanding Videogames on Water: A Quality Assessment Review Based on Evidence of Narrative, Gameplay and Educational Criteria. *Water*, 10(10), 1404. <https://doi.org/10.3390/w10101404>
- García-Rodeja Gayoso, I., Silva García, E. T. y Sesto Varela, V. (2020). Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 67-85. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2733>
- García-Rodicio, H. (2016). The evaluation of the text comprehension: A comparison between open questions and closed questions. *Certiuni Journal*, 2. www.certiunijournal.com
- Google. (2023). *Cómo funciona la Búsqueda de Google*. <https://developers.google.com/search/docs/fundamentals/how-search-works?hl=es>
- Gros, B. (2000). Del software educativo a educar con software. *Revista Quaderns Digitals* 24, 440-482. https://www.researchgate.net/publication/237645375_del_software_educativo_a_educar_con_software
- Hattie, J. y Yates, G. (2018). *El aprendizaje visible y el estudio de sus procesos*. Ediciones Paraninfo.
- Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (2002). *Aprender juntos y solos: Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Grupo Editor Aique.
- Kammerbauer, J. (2001). Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Interciencia*, 26(8). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001000800006
- Lawless K. A. y Schrader P. G. (2010). *A taxonomy of educational games technology evaluation view project The Global Ed 2 Study View Project*. <https://www.researchgate.net/publication/272166351>
- Lemke, J. (1998). Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions. En A. Gomes da Costa (Ed.), *Proceedings of the Barcelona Science*

- Education Congress* (pp. 3-38). Universitat Autònoma de Barcelona. https://www.researchgate.net/publication/237409674_Teaching_All_the_Languages_of_Science_Words_Symbols_Images_and_Actions
- López-Simó, V. (2021). ¿Para qué usar herramientas digitales en el aula de ciencia? *Revista de Educación en Biología*, Número Especial, 1-7. <https://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/857/423>
- López-Simó, V., Couso Lagarón, D., Simarro Rodríguez, C., Garrido Espeja, A., Grimalt Álvaro, C., Hernández Rodríguez, M. I. y Pintó Casulleras, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extraordinario, 691-697.
- López-Simó, V., Couso, D. y Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia [RED]*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Marbà Tallada, A. (2020). *Claves para mejorar el currículo de biología Grandes ideas y principios del pensamiento biológico. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (100), 33-40.
- Marquès, P. (1996). *El software educativo. Comunicación educativa y Nuevas Tecnologías*.
- Márquez Bargalló, C. y Roca Tort, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 61-71. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6087?articlesBySimilarityPage=1>
- Márquez Cundú, J. S. y Márquez Pelay, G. (2018). Software educativo o recurso educativo. VARONA. *Revista Científico-Metodológica*, (67), 1-6. <https://www.redalyc.org/journal/3606/360671782014/360671782014.pdf>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. National Academies Press.
- Ouariachi, T., Gutiérrez-Pérez, J. y Olvera-Lobo, M. D. (2017). Criterios de evaluación de juegos en línea sobre cambio climático: aplicación del método Delphi para su identificación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(73), 445-474. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/481/883>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S. and Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pintó, R., Couso, D. y Hernández, M. I. (2010). An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom. *eLearning Papers*, 20, 1-16. <https://core.ac.uk/download/pdf/78534285.pdf>
- Sanmartí, N. y Marchán-Carvajal, I. (2014). ¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (78), 1-10.
- Tapia Cortes, C. (2020). Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: una revisión sistemática de la literatura. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (71), 16-34. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1489>
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton University Press.



Efectos de un videojuego en la mejora del pensamiento computacional de estudiantes universitarios

- Effects of a Video Game on Enhancing Computational Thinking in University Students
- Efeitos de um videogame na melhoria do pensamento computacional de estudantes universitários

Forma de citar este artículo:

Moncada-Beltrán, C. D., Mariaca-Orozco, O. O. y Rivera-Pinzón, D. M. (2025). Efectos de un videojuego en la mejora del pensamiento computacional de estudiantes universitarios. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, (58), 51 - 68. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22611>

Resumen

Este estudio evaluó el efecto de un videojuego de realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de primer semestre de Ingeniería en la Universidad Piloto de Colombia. Participaron 38 estudiantes, seleccionados de una población de 41, lo que garantiza un 95% de confianza y un margen de error del 5%. Inicialmente, se nivelaron los conocimientos matemáticos básicos y se aplicó un primer test con preguntas del examen SABER 11 para medir el pensamiento computacional, registrando tiempos y efectividad de respuestas. Posteriormente, los estudiantes utilizaron una aplicación de videojuego de realidad aumentada, diseñada con UNITY, que jugaron 10 veces. Finalmente, se aplicó un segundo test similar al primero, con preguntas reorganizadas y uso de sinónimos. Los resultados mostraron una disminución significativa en el tiempo promedio de respuesta entre los test de 13,2 minutos ($p < 0.05$) y un aumento del 15% en la efectividad de las respuestas. El coeficiente KR20 obtenido fue de 0.62, indicando una consistencia interna aceptable. Estos hallazgos sugieren que el uso de videojuegos de realidad aumentada puede ser una herramienta efectiva para mejorar el pensamiento computacional en estudiantes universitarios.

Palabras clave

resolución de problemas; educación matemática; aplicaciones informáticas; operaciones formales; software informático

Carlos David Moncada-Beltrán* 
Oscar Orlando Mariaca-Orozco** 
Diego Mauricio Rivera-Pinzón** 

* Especialista en Desarrollo Organizacional, estudiante de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MTIAE), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. cdmoncadab@upn.edu.co

** Especialista en Teleinformática, estudiante Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MTIAE), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. oomariacao@upn.edu.co

*** Magíster en Ingeniería - Automatización Industrial. Universidad Pedagógica Nacional. Departamento de tecnología. Bogotá, Colombia. dmrivera@pedagogica.edu.co

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 24/12/2024
Fecha de aprobación: 10/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This study evaluated the effect of an augmented reality video game on the development of computational thinking in first-semester engineering students at Universidad Piloto de Colombia. A total of 38 students participated, selected from a population of 41, ensuring a 95% confidence level and a 5% margin of error. Initially, students' basic mathematical knowledge was standardised, and a pre-test using questions from the SABER 11 exam was administered to assess computational thinking, recording response times and accuracy. Subsequently, the students engaged with an augmented reality video game application developed using UNITY, which they played ten times. A second test, similar to the first but with restructured questions and synonyms, was then administered. The results showed a significant reduction in the average response time between the tests—by 13.2 minutes ($p < 0.05$)—and a 15% increase in response accuracy. The KR20 coefficient obtained was 0.62, indicating acceptable internal consistency. These findings suggest that augmented reality video games may be an effective tool for enhancing computational thinking in university students.

Keywords

problem solving; mathematics education; computer applications; formal operations; computer software

Resumo

Este estudo avaliou o efeito de um videogame de realidade aumentada no desenvolvimento do pensamento computacional em estudantes do primeiro semestre do curso de engenharia da Universidade Piloto da Colômbia. Participaram 38 estudantes, selecionados de uma população de 41, garantindo um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%. Inicialmente, nivelaram-se os conhecimentos matemáticos básicos e aplicou-se um teste com perguntas do exame SABER 11 para medir o pensamento computacional, registrando-se os tempos e a efetividade das respostas. Em seguida, os estudantes utilizaram um aplicativo de videogame de realidade aumentada, desenvolvido com o UNITY, que jogaram dez vezes. Por fim, foi aplicado um segundo teste, semelhante ao primeiro, mas com questões reorganizadas e uso de sinônimos. Os resultados mostraram uma redução significativa no tempo médio de resposta entre os testes—13,2 minutos ($p < 0,05$)—e um aumento de 15% na efetividade das respostas. O coeficiente KR20 obtido foi de 0,62, indicando consistência interna aceitável. Esses achados sugerem que o uso de videogames de realidade aumentada pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar o pensamento computacional de estudantes universitários.

Palavras-chave

resolução de problemas; ensino de matemática; aplicações computacionais; operações formais; software computacional

Introducción

El pensamiento computacional (PC) es una habilidad para descomponer problemas complejos, reconocer patrones, abstraer y generar algoritmos. Claves para el desarrollo de competencias en la resolución de problemas de razonamiento, especialmente en entornos educativos universitarios donde la tecnología y el análisis lógico desempeñan un papel central. En este contexto, la presente investigación busca determinar si un entrenamiento específico en PC, mediante el uso de videojuegos educativos, puede mejorar significativamente el desempeño de los estudiantes en pruebas certificadas, específicamente en el área de matemáticas.

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 38 estudiantes que participaron en un experimento controlado, dividido en grupos de intervención y control, donde se evaluó su capacidad para resolver problemas matemáticos antes y después de jugar con el aplicativo. Se diseñaron dos pruebas basadas en preguntas del examen SABER 11, homologado internacionalmente, que mide competencias clave, incluido el PC.

Además, se aplicaron herramientas estadísticas como la prueba t de Student para muestras dependientes y el coeficiente de Kuder-Richardson para evaluar la consistencia interna de las pruebas. Los resultados preliminares muestran una disminución significativa en los tiempos de respuesta y un incremento notable en tiempo de respuesta de manera correcta. Esta investigación no solo explora la efectividad del PC como herramienta educativa, sino también el impacto del uso de videojuegos en el aprendizaje formal.

Antecedentes

En las plataformas web se pueden encontrar diversas propuestas relacionadas con VJ y

actividades orientadas al Pensamiento Computacional (PC) y la programación gráfica. Por ejemplo, Araujo *et al.* (2019) presentan una plataforma web llamada MICAS (<https://micas.epl.di.uminho.pt/>), diseñada para promover estas habilidades. Por otro lado, Villacís (2014) desarrolla una propuesta enfocada en actividades de videojuego (VJ) dirigidas a estudiantes de K12 (desde nivel preescolar hasta el grado 12), en materias como matemáticas, tecnología e informática. Los Videojuegos son aplicaciones software altamente interactivas en las que una experiencia lúdica se lleva a cabo en un dispositivo informático (Fabregat, 2013). Así mismo, se destacan proyectos que utilizan entornos gráficos como Unity 3D junto con realidad aumentada (AR) y marcadores, una tendencia en el desarrollo de software educativo, tal como se observa en el trabajo de Alkinformática. La realidad aumentada es un sistema que permite la visualización de una capa virtual superpuesta sobre elementos del mundo real (Azuma, 1997). Lin y Chen (2020) resaltan la importancia de la programación como una herramienta para despertar e inspirar el potencial de los estudiantes. Por su parte, Muñoz *et al.* (2018) proponen actividades didácticas que fomentan el pensamiento computacional en niños y adolescentes, con un enfoque especial en estudiantes con autismo. Csernoch *et al.* (2021) presentan un artículo detallando un proyecto de cuatro años que evalúa la eficacia de la enseñanza mediante el uso de hojas de cálculo denominadas Sprego. Estas herramientas, diseñadas con un enfoque en la resolución de problemas conceptuales, demostraron ser más efectivas que los métodos tradicionales, ofreciendo conocimientos más sólidos y duraderos a los estudiantes.

Medir el nivel de desarrollo del PC de un estudiante debe hacerse de forma indirecta ya que es una variable latente y, como tal, no es medible de forma directa según lo clasifica

Datalab (2003). El trabajo de Mendoza *et al.* (2023) creó un diagnóstico del PC como una herramienta que puede identificar a estudiantes de 1er año de ingeniería en riesgo. El estudio se realizó con la participación de 469 estudiantes de tres instituciones de Estados Unidos, todos ellos realizaron el diagnóstico. Los análisis factoriales confirmatorios dieron como resultado que 20 ítems generan un buen rango de ajuste del modelo, con un coeficiente de confiabilidad de consistencia interna, α de Cronbach de 0,86. Chai *et al.* (2019) proponen una nueva forma de evaluación llamada: Sistema dinámico de evaluación ponderada: DWES, por sus siglas en inglés. La propuesta consta, primero, de definir un nuevo criterio de evaluación del PC abordando 8 aspectos. En segundo lugar, con base en los criterios propuestos, se presentó una herramienta de análisis que automáticamente evalúa las habilidades del PC de los proyectos de los alumnos. En tercer lugar, teniendo en cuenta las características de los proyectos, se ajustaron dinámicamente los resultados de la evaluación según los tipos, de modo que ya no se aplique un estándar único. A través del análisis de correlación entre las puntuaciones de DWES para PC y las calificaciones de los expertos, los resultados son que, en comparación con Dr. Scratch, el coeficiente de correlación incrementó. Según Kazimoglu (2020), se necesitan nuevos métodos de motivación para llamar la atención de los estudiantes y adaptarse a sus nuevos patrones de aprendizaje ya que la forma en que las personas aprenden ha cambiado drásticamente en las últimas dos décadas. Para solucionar el problema, el autor propone como principal herramienta de aprendizaje los VJ. En su estudio, 151 de los 190 estudiantes completaron con éxito su VJ diseñado y los hallazgos sugieren que se hayan incrementado la: Motivación, percepción y confianza significativamente después de jugar el VJ.

Con base en Liu *et al.* (2023), las habilidades de PC generalmente se consideran una habilidad básica para la resolución de problemas que se van ampliando gradualmente filtrándose a grupos de edad más jóvenes. Diseñó un proyecto basado en un juego para investigar la motivación de aprendizaje de los estudiantes y el desempeño de VJ en diferentes entornos de programación de un total de 108 estudiantes de quinto grado. Los hallazgos sugieren que el aprendizaje basado en juegos puede mejorar sustancialmente el interés por aprender. Según Piaget, la Cuarta etapa de desarrollo de los estudiantes, llamada etapa de operaciones formales, está establecida a partir de los 12 años y durante toda su vida adulta (Eligeeeducar, 2019). El estudio de Chang *et al.* (2023) es particularmente importante porque representa el primer intento sistemático de desarrollar ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés), integrando el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), como método de enseñanza transdisciplinario para fomentar la creatividad y las habilidades del PC de los estudiantes. Los resultados de este enfoque incluyen mejoras significativas en varias dimensiones de la vida de los estudiantes: Creatividad, fluidez, flexibilidad, originalidad, elaboración y habilidades PC mejoradas. El estudio involucró a 54 estudiantes de secundaria, alumnos de séptimo grado, con 28 estudiantes

en el grupo experimental y 26 estudiantes en el grupo de comparación. El grupo experimental demostró mejoras significativas en la creatividad mientras que el grupo de comparación no mostró cambios significativos.

El problema de la falta de competencias desarrolladas en PC no se reduce solo al área académica, a nivel industrial existen proyectos para realizar programación de robots industriales con lentes de AR. El proyecto de Guhl *et al.* (2017) es un desarrollo que permite programar los robots industriales de las líneas de las fábricas. Los cambios en estas líneas de producción son complejos y costosos además del tiempo que se tarda, esta innovación permite ejecutar los cambios sin estar presente y realizando pruebas de manera anticipada. Propuestas con AR orientados a la pedagogía especialmente a la programación como referencia se observan a niveles básicos como propuesta al desarrollo del PC como el caso de Gardeli y Vosinakis (2019), está diseñado para estudiantes de colegio de 9 a 10 años y un tablero que funciona como mapa y marcador al mismo tiempo, cada estudiante tiene las instrucciones y a su vez son las instrucciones que los estudiantes tienen para desarrollar la actividad, con el celular ellos capturan las instrucciones y observa las animaciones para obtener su resultado y verificar si fue correcto. El proyecto de Nikaido y Ventura (2016) es una estrategia de programación gráfica que facilita e induce a los nuevos estudiantes de sistemas.

Lo que se busca es incentivar a los alumnos a programar con retos pequeños incrementando la dificultad de manera progresiva, de esta manera los estudiantes encuentran el manejo de instrucciones sencillas, ciclos entre otros, en planos 2D en un programa para desarrollar la lógica de programación. Apaza *et al.*, (2019) realizan un trabajo donde propone un nuevo marco de diseño de contenidos de alto nivel de AR. El proyecto contó con la implementación

del framework usando el motor de creación de AR llamado UNITY y la extensión "Vuforia", para la creación de aplicaciones que usan "marcadores" (entendiendo marcadores, como los puntos de referencia sobre la imagen del entorno real para superponer una imagen digital AR). Los resultados de las pruebas de usabilidad basadas en ISO 9241-11 muestran que la propuesta es efectiva porque todos los usuarios pudieron completar todas las tareas, es eficiente porque los usuarios pudieran crear aplicaciones de AR en menos de 5 minutos y verificaron la satisfacción del usuario con una alta puntuación promedio en el cuestionario: *System Usability Scale*, cuyo resultado fue "altamente aceptable". Un estudio realizado por Yang (2019), propone un sistema de aprendizaje de robótica educativa virtual basado en AR, llamado: "AR Bot", que tiene como objetivo apoyar las actividades de aprendizaje de PC y educación: STEM. El sistema consta de dos elementos principales: La tarjeta AR Bot y la aplicación AR Bot. La tarjeta AR Bot es un activador de AR para mostrar materiales de aprendizaje y cuestionarios, se pueden usar teléfonos inteligentes con la aplicación AR Bot para escanear las tarjetas AR Bot y luego ingresar a las unidades de aprendizaje que utilizan el editor de programación visual en bloques para practicar diversas tareas del robot. Los movimientos del robot virtual se pueden demostrar en escenas auténticas con tecnología AR a través de dispositivos móviles. El sistema AR Bot está diseñado para facilitar PC y la educación STEM en escuelas K-12. Según Comber *et al.* (2019), aprender a codificar mediante la creación de VJ promete una gran motivación, compromiso y diversión para los estudiantes. En este estudio, se utilizó el entorno de desarrollo de juegos usando el motor de creación de AR: UNITY, una herramienta ampliamente difundida entre desarrolladores de juegos profesionales para enseñar a los estudiantes de secundaria a desarrollar sus propios VJ. La

investigación se basó en la enseñanza del diseño de VJ acompañado de una combinación de tutorías, explicaciones de los profesores, apoyo y colaboración entre los estudiantes. Los resultados confirmaron la hipótesis de que el desarrollo de VJ era atractivo para la mayoría de los jóvenes estudiantes.

Marco Teórico

El Pensamiento computacional (PC)

Rijo-García (2022) y Snalune (2015) coinciden en que el PC exige en el individuo el desarrollo de seis habilidades: 1) Descomposición: dividir el problema en partes más pequeñas. 2) Reconocimiento de patrones: encontrar similitudes dentro o fuera de la situación problemática. 3) Abstracción: simplificar un problema complejo centrándose solo en los detalles relevantes. 4) Crear un algoritmo: definir los pasos necesarios para resolver el problema. 5) Codificación: desarrollar un programa en un lenguaje que la computadora entienda según el algoritmo. 6) Depuración: corregir errores o mejorar el programa. El PC utiliza las funciones ejecutivas del ser humano para lograr su objetivo. Según Bauermeister (2008), las funciones ejecutivas del ser humano son actividades mentales complejas, necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento necesario para adaptarse eficazmente al entorno y para alcanzar metas.

Contraste de las hipótesis para muestras dependientes

Según Tejedor y Murgiondo (2006), cuando a una muestra se le aplica un tratamiento y se desean contrastar las hipótesis para determinar si existe una diferencia significativa por causa de la aplicación del tratamiento a esa muestra, a este tipo de prueba se le conoce como: Prueba de hipótesis para muestras relacionadas o dependientes. La prueba "t" de Student para contrastar la diferencia significativa de las diferencias entre los datos de las muestras dependientes se calcula con la siguiente fórmula, según coinciden Dietrichson (2019) y Datalab (2023):

$$\text{Ec. 1. } t = \frac{\bar{x}_{diff} - 0}{s_{\bar{x}}} \quad \text{con: Ec. 2. } s_{\bar{x}} = \frac{\bar{s}_{diff}}{\sqrt{N}}$$

Donde las variables de entrada para las ecuaciones 1 y 2 se definen como: x- diff = Promedio de las diferencias de los datos entre los grupos, antes y después del tratamiento N = Tamaño de la muestra, Sdiff= Desviación standard de las diferencias de los datos antes y después del tratamiento, Sx- = Error típico estimado de la media. La prueba "t" de Student es válida para valores muestrales de hasta 30 datos en la mayoría de los casos, sin embargo, según algunos autores puede usarse con una muy buena aproximación a 60 datos, incluso las tablas contemplan valores de grados de libertad que equivalen al número de datos menos 1 hasta el infinito. Se adjunta la tabla 1 (parcial) de los valores de la distribución "t". Se puede usar en una hoja de cálculo de:

Google Docs usando la función: “INV.T.2C (0.01,37)” para aplicar un 95% de confianza, un 5% de significancia con $38 - 1 = 37$ grados de libertad para 38 datos recolectados

en las muestras pareadas, el valor crítico calculado en la hoja de cálculo es una interpolación entre los datos de $t = 50$ y $t = 30$ cuyo resultado es: 2,02.

Tabla 1. Valores (parciales) de “t” de Student para dos colas en función del valor de confianza

Valor de t para un intervalo de confianza de Valor crítico de t para valores de P de número de grados de libertad	90%	95%	98%	99%
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	6.31	12.71	31.82	63.66
30	1.70	2.04	2.46	2.75
50	1.68	2.01	2.40	2.68
∞	1.64	1.96	2.33	2.58

Cálculo de la muestra para una población finita

Según Vivanco (2005), la ecuación 3 puede ayudar a encontrar el tamaño de la muestra sobre una población finita para realizar un estudio sobre la misma:

$$\text{Ec. 3 } n = \frac{\frac{N}{N-1} pq}{\frac{e^2}{z^2_{\alpha/2}} + \frac{pq}{N-1}}$$

Donde: N es el tamaño de la población, p y q: son las probabilidades de éxito y fracaso de encontrar un individuo en la población con las características necesarias. Al ser desconocido este valor, puede asumirse $q = p = 0,5$ que maximiza el tamaño de la muestra con la probabilidad del 50% para cada caso e= Porcentaje de error esperado en los resultados obtenidos, se digita de forma decimal. Estos valores suelen ser generalmente menor o igual a 5% = 0,05, Z= Corresponde al valor de la variable normalizada de confianza en la campana de Gauss. El valor de Z está asociado al valor de confianza deseado, de forma común, suele usarse $Z = 1,96$ para una confianza del 95%.

Coefficiente de Kuder-Richardson

Cuando se desea medir una variable cualitativa que no es mensurable directamente tal como el nivel de inteligencia, capacidad de escritura, inclinación hacia la compra de un producto o nivel de PC, pueden usarse variables cuantitativas que si sean mensurables dentro de una prueba con el fin de determinar la variable cualitativa. Surge la necesidad de que las preguntas de la prueba diseñada deben estar lo más relacionadas entre sí para poder obtener al final una idea correcta de la medida de la variable latente y que los resultados obtenidos sean resultados fiables. Según Aiken (2003), existen 2 coeficientes importantes para evaluar el nivel de consistencia interna de la prueba diseñada según las respuestas obtenidas después de aplicar, estos coeficientes son el de Cronbach y Kuder-Richardson. Aunque el coeficiente de Cronbach es muy utilizado en estudios asociados a la educación como lo considera Cutumisu *et al.* (2022), Aiken (2003) propone que cuando una prueba realizada a estudiantes se caracteriza por tener preguntas cuyas respuestas son del tipo dicotómicas, es decir, binarias, falso o verdadero, correcto o incorrecto, se debe calcular el coeficiente

de Kuder-Richardson para determinar qué tan consistente es la prueba a nivel interno, es decir, qué tan relacionadas están las preguntas entre sí para que los resultados sean fiables y que la interpretación de los mismos sea acorde con el modelamiento de la realidad. El coeficiente de Cronbach es bastante útil para evaluar la fiabilidad interna de las pruebas que tienen varias opciones de respuestas usando la escala de Likert (Morales *et al.*, 2003), por otro lado, si las pruebas tienen opciones de respuestas dicotómicas (Correcto - incorrecto), se debe usar la fórmula de Kuder-Richardson para determinar la fiabilidad de la prueba. Cualquiera de los dos coeficientes calcula en porcentaje el nivel de fiabilidad. La fórmula de Kuder-Richardson también es conocida como “KR20” o “r20” y utiliza información de la dificultad de cada pregunta para poder ser calculado ya que se basa en el número de preguntas correctas contestadas en la prueba, además de tener en cuenta la suma de sus varianzas y la varianza total de las respuestas de la prueba.

A continuación, se escribe la fórmula del coeficiente de Kuder-Richardson para el cálculo de la fiabilidad interna de la prueba de respuestas dicotómicas:

$$\text{Ec. 4 } r_{20} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(\frac{\sigma^2 - \sum pq}{\sigma^2} \right)$$

Donde: K = Es el número de preguntas del instrumento de evaluación (número de preguntas de la prueba), p = Porcentaje en fracción del número de personas que responden correctamente cada pregunta de la prueba. A cada pregunta de la prueba debe calcularse el porcentaje de personas que acertaron, q = Porcentaje en fracción del número de personas que responden correctamente cada pregunta de la prueba. Es importante que a cada pregunta de la prueba debe calcularse el porcentaje de personas que NO acertaron. Este valor puede calcularse como 1 – p para cada pregunta de la prueba. σ = Desviación estándar de los datos del instrumento de evaluación. En la mayoría de los estudios, aunque depende del investigador, suele atribuirse a un buen nivel de fiabilidad a valores del coeficiente de Kuder-Richardson superiores a 0,6, sin embargo, otros autores consideran excelente la fiabilidad para valores superiores a 0.7 hasta 1.0 (Cutumisu *et al.*, 2022). Puede asumirse una baja fiabilidad en la prueba para valores entre cero y 0.6 (Aiken, 2003). Puede utilizarse una hoja de cálculo para facilitar la determinación del valor del “r20”.

Metodología

Esta investigación tiene como objetivo determinar si el entrenamiento previo en PC puede lograr desarrollar competencias en los estudiantes que superan los doce años, dado que según el psicólogo y epistemólogo Jean Piaget, a partir de esta edad se está en la capacidad de realizar operaciones matemáticas formales de tal manera que mejoren sus resultados en pruebas certificadas. Operaciones

matemáticas formales como son: suma, resta, multiplicación, división, potencias, raíces y operaciones algebraicas avanzadas. Así mismo, Piaget establece que las habilidades matemáticas se definen como la capacidad de un estudiante para comprender, aplicar y utilizar conceptos, procedimientos y estrategias matemáticas para resolver problemas y razonar.

Capacitación previa en operaciones formales

Los 38 estudiantes con edades entre 17 y 20 años fueron seleccionados de manera aleatoria de una población de estudiantes del mismo nivel educativo (Primer semestre de ingenierías). Se asignaron a sus respectivos grupos de intervención y de control utilizando un proceso aleatorio. A la muestra de 38 estudiantes se les realizó, primero, una clase virtual de nivelación y repaso de las operaciones aritméticas básicas usando calculadora: Casio fx82Es o similar, esto con el fin de confirmar el dominio en su uso y el dominio de la solución de problemas que involucran operaciones básicas matemáticas como: adición, sustracción, multiplicación, división y cálculos de porcentajes usando reglas de 3. Esta muestra constituyó el grupo de control y se le aplicó una prueba de 5 preguntas que requieren PC.

Diseño del experimento

Con base en Domínguez y Castaño (2016), cualquier experimento que se vaya a realizar debe tener en cuenta 3 aspectos: factores, niveles y tratamientos. Los factores hacen referencia a la cantidad de variables independientes que intervienen en el experimento, los niveles hacen referencia al valor que se le van a asignar a cada variable dentro del experimento, los tratamientos hacen referencia a la mezcla de factores con los niveles. El experimento más sencillo sería el de 1 factor

con 2 niveles, conocido como experimento unifactorial. Los experimentos unifactoriales, en donde todos los errores experimentales que pueda haber por causa de otros factores que no se han tenido en cuenta por que se asume que sus aportes de error son muy pequeños, se le conocen como experimentos completamente aleatorizados (Dominguez, 2016). El autor propone que a estos experimentos se les puede modelar mediante estadística inferencial usando un estadístico de prueba para verificar con cierto nivel de confianza y significancia la hipótesis nula o la alternativa usando dos colas usando los valores de la distribución “t” de Student o bien, la distribución “z” si es el caso, que para un factor con dos niveles podrían definirse así: hipótesis nula: no hay efectos diferentes en los dos tratamientos. Hipótesis alternativa: los tratamientos tienen un valor significativamente diferente.

Diseño del cuestionario

Las preguntas tanto de la prueba 1 y las de la prueba 2, que son iguales en contenido, pero con diferente retórica, corresponden a 5 preguntas seleccionadas del examen de 50 preguntas que realiza el estado en Colombia en el área de matemáticas a los estudiantes de último año de educación media: SABER 11.

Este examen está validado y es homologable con otros exámenes de países tales como: Alemania, Australia, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, Estados Unidos, España, México, Suiza, entre otros, según informa el MEN (2006). El reporte de gestión del MEN 2018-2022, entre las páginas 64 y 90, deja claro que el SABER 11 tiene por objetivo evaluar varias competencias del individuo, entre ellas, el PC (ICFES, 2018). Cuando se diseña un examen, deben considerarse múltiples variables que pueden influir en su duración y asignarle el número de preguntas correcto. Un estudio realizado por Trauzettel-Klosinski y Dietz

(2012) para 17 idiomas, incluido el español, determinó que la velocidad media de lectura comprensible para una persona de 10 años en adelante es de $1,42 \pm 0,13$ textos/min ($\pm$ Desviación Estándar), 184 ± 29 palabras/min, 370 ± 80 sílabas/min y 863 ± 234 caracteres/min. De esta manera, puede estimarse el tiempo correcto por cada pregunta. Con base en estos datos, el MEN asigna para el SABER 11 aproximadamente 2,2 minutos por cada pregunta, sin embargo, en el diseño de nuestro cuestionario, se asignó tiempo indefinido con el fin de no presionar al estudiante y que se concentrará en seguir los algoritmos propuestos por cada pregunta.

Con relación al número adecuado de preguntas, los resultados de 2 estudios realizados por Sarrias-Ramis *et. al.* (2010) a estudiantes de 2 universidades de Barcelona, España, concluyen que la cantidad correcta de preguntas que debe tener una prueba para evaluar una asignatura completa debe ser de 100, sin embargo, el estudio mostró que la fiabilidad de los resultados no es significativamente diferente cuando los exámenes tienen la mitad de las preguntas. Su conclusión general es que la evaluación del rendimiento académico no dependería fundamentalmente del número de preguntas y que sería más importante buscar la representatividad y relevancia de éstas (Sarrias-Ramis *et. al.*, 2010).

En Colombia se diseñan las preguntas de los exámenes SABER 11 con base en MEN (2006). El MEN clasifica las competencias obtenidas por un estudiante desde grado 1 hasta grado 11 en 5 estándares básicos por competencias, la primera, grado 1 a 3, la segunda, grado 4 y 5, la tercera, grado 6 y 7, la cuarta, grado 8 y 9, quinta, grado 10 y 11. Un análisis realizado al documento del MEN (2006) muestra que, si se aplica la propuesta de 100 preguntas de Sarrias-Ramis *et. al.* (2010), un examen de estado en el ámbito de matemáticas debería contener 100 preguntas que evaluarán los 5 estándares de competencias, 20 preguntas por cada estándar, pero esto en la práctica sería muy extenso. Ya que la fiabilidad no disminuye significativamente con la mitad de las preguntas, el examen cuenta con 50 en total para matemáticas, 10 para cada competencia estándar. Esto puede apreciarse en los cambios que ha experimentado el examen de estado después del año 2000 en Colombia, pues ya no se llama examen ICFES sino SABER 11 y ya no se presenta los días sábado y domingo sino solo el domingo, naturalmente, posee aproximadamente la mitad de las preguntas que antes.

Con base en MEN (2006) puede verificarse que grados 8 a 11 desarrollan 2 de las 5 competencias estándar y dentro de estas 2, se desarrollan en total 56 competencias específicas que se agrupan en: Pensamiento numérico y sistemas numéricos nivel 1 y 2, Pensamiento espacial y sistemas geométricos nivel 1 y 2, Pensamiento métrico y sistemas de medidas nivel 1 y 2, Pensamiento aleatorio y sistemas de datos nivel 1 y 2 y Pensamiento variacional y sistemas algebraicos-analíticos nivel 1 y 2. De esta manera, el examen debe abordar 20 preguntas de temas relacionados desde el grado 8 al grado 11 y evaluar las 56 competencias específicas de

los temas impartidos, por esta razón, el SABER 11 mezcla competencias en una sola pregunta. Al analizar el listado de 56 competencias específicas del examen puede verse que 14 están relacionados con el PC, aplicando una regla de 3, se explica por qué la prueba de SABER 11 2018 utilizó 5 preguntas para evaluar el PC de los estudiantes en simultáneo a otras competencias.

Condicionamiento previo del estudiante a la prueba 1

Al utilizar como modelo de cálculo a la estadística inferencial asumiendo la evaluación de la hipótesis a dos colas, esta investigación asume que el grupo de control no contaba con ningún entrenamiento previo en PC, sin embargo, debe tenerse en cuenta que así como dentro del grupo pueden haber estudiantes que presentaron su examen de estado hace muchos años (en tiempos donde el PC no se evaluaba), es de esperarse que la mayoría de los estudiantes del grupo haya presentado recientemente el examen de estado SABER 11, probablemente en 2023, esto significa que NO se puede asegurar que los estudiantes tengan o no un condicionamiento previo implícito. Como el último examen SABER 11 del año en Colombia se presenta en el mes de agosto, en este caso, agosto de 2023, y esta investigación se realizó en enero de 2024, se limita la validez del preconditionamiento nulo en preguntas que incluyen PC para el grupo de control en los últimos 4 meses.

Condiciones de ejecución del experimento

Las prepruebas y postpruebas se realizaron en condiciones controladas. Los estudiantes

estuvieron bajo supervisión durante todo el proceso para garantizar que no recibieran ayuda externa. La prueba 1 se realizó con las siguientes condiciones: el estudiante debe resolver todas las preguntas sin límite de tiempo. El entorno de la prueba debió permitir que el estudiante respondiera de manera concentrada (sin distractores como celulares, mascotas, peluches, almohadas, ruidos externos, otras personas, elementos de oficina que sean inútiles, entre otros), que no seleccionara respuestas al azar y que respondiera según considerase correcto a partir de sus análisis y conocimientos. Podía usar calculadora tipo Casio fx-82Es o similar y una hoja en blanco. Se verificaron calculadoras con suficiente batería y lapicero con suficiente tinta. Se utilizó un cronómetro para cada estudiante y se daba inicio en el momento justo que comenzaba a leer la primera pregunta, la finalización del conteo se realizó justo en el momento que el estudiante terminaba la última pregunta de la prueba.

Diseño del Video Juego (VJ) de Realidad Aumentada (AR) para el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) del estudiante después de aplicarle la prueba 1

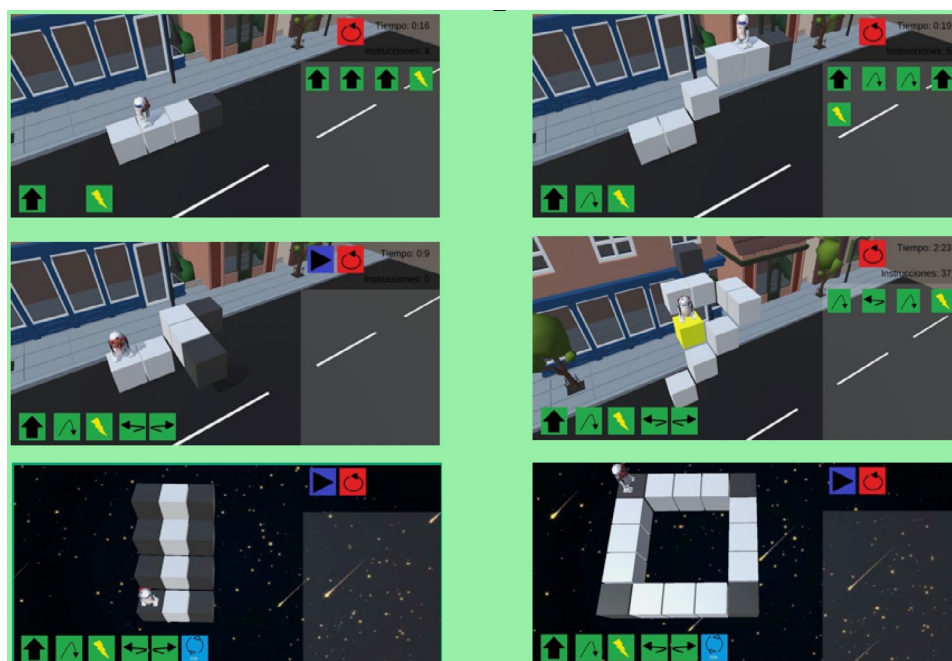
Este trabajo de investigación incluye la creación de un juego de AR programado para Android y Windows, generado con el motor de videojuegos: UNITY, el cual puede ejecutarse en un OCULUS QUEST 2, descargable en celular. El VJ consiste en entrenar en pensamiento computacional (PC) al estudiante, realizando una serie de pasos hasta lograr una tarea principal que se le asigna en el juego.

Figura 1. Captura de imagen de introducción Videojuego de PC diseñado para el tratamiento de PC



El juego enseña principios básicos de programación de forma divertida e interactiva. Los jugadores controlan un personaje en un entorno 3D isométrico, usando secuencias, bucles y funciones para resolver desafíos. Con niveles progresivos y disponible en varias plataformas, es una herramienta popular para aprender lógica de programación y pensamiento algorítmico. Después de la prueba 1 se aplicó 10 veces consecutivas el juego al grupo de control. Se esperaron 30 minutos para abordar la prueba 2.

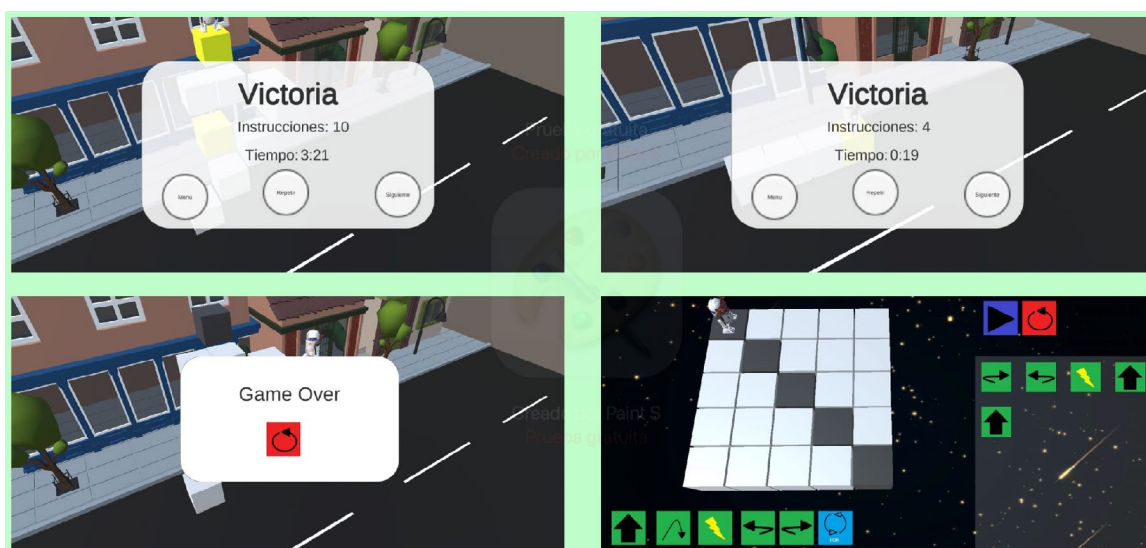
Figura 2. Captura de imágenes de los diferentes escenarios del Videojuego de PC, en total son 25 escenarios



El proyecto tendrá 3 escenarios, cada uno con tres niveles de complejidad, los marcadores indicarán el nivel y el escenario que se desea jugar para un total de 9 marcadores. Estos niveles de complejidad están relacionados con las etapas de razonamiento para facilitar la introducción a la programación. Las preguntas de la segunda prueba fueron

cambiadas de orden y se escribieron palabras diferentes con el fin que el estudiante no descubriera que se trataba de la misma prueba 1. La pregunta 3 no tuvo ninguna variación con respecto a la de la prueba 1. Con la prueba 2 se pudieron recolectar nuevamente datos de tiempo y efectividad en la respuesta correcta a las preguntas y se analizaron los resultados.

Figura 3. Escenarios y módulos del Videojuego. Los aciertos permiten continuar con el siguiente nivel, de lo contrario el jugador se enfrenta al mismo nivel con cambios en el escenario



Limitaciones de la investigación

Con el ánimo de ser lo suficientemente rigurosos, se plantean las siguientes limitaciones:

Los estudiantes contaban con diferentes niveles de exposición previa al pensamiento computacional y al uso de videojuegos educativos, lo que podría haber afectado su desempeño en las pruebas.

Aunque los resultados de esta investigación son estadísticamente significativos, la muestra de 38 estudiantes es relativamente pequeña. Se pueden necesitar más estudios con muestras más grandes para confirmar estos hallazgos en diferentes contextos educativos.

Resultados y análisis

Se pudieron verificar diferencias negativas de tiempo entre las dos pruebas para cada pregunta. Los datos muestran que el promedio de tiempo de respuesta por pregunta en los 38 estudiantes evaluados fue de 1957,26 segundos antes de la capacitación en PC, y posterior a ella disminuyó a 1165,28, presentándose una diferencia de -791,97 segundos para la segunda prueba. A partir de los datos recolectados, se realizó la sumatoria de los tiempos promedio de cada pregunta para obtener el valor total del tiempo empleado por los 38 estudiantes para la prueba 1 y de la misma manera para el tiempo de la prueba 2. Estos

tiempos se muestran en el diagrama de barras de la Figura 4. En la Figura 5, se presenta un diagrama de barras más específico con los tiempos de respuesta promedio para cada pregunta de las pruebas 1 y 2 antes y después del tratamiento del Pensamiento Computacional (PC) con el Video Juego (VJ), respectivamente, en donde puede verificarse que los estudiantes lograron en general disminuir el tiempo empleado para resolver cada pregunta.

Los datos de la Figura 4 sugieren una diferencia de medias de tiempo empleado de $X_{diff} = -263,99$ segundos con una desviación estándar de: $S_{diff} = 271,23$ segundos para todos los datos de diferencia de medias de tiempo empleados para responder cada pregunta antes y después del tratamiento. Los datos fueron procesados en una hoja de cálculo utilizando Google Docs y el resumen de los análisis se presenta en la Tabla 1. Es interesante destacar que el número promedio de respuestas correctas antes de aplicar el tratamiento de PC era del 60%, luego, después de jugar el VJ, se pudo verificar que el promedio de los 38 estudiantes se incrementó en un 15% en el total de respuestas correctas. Estos resultados se exponen en la Figura 4.

Figura 4. Sumatoria de los tiempos totales promedio empleados para dar respuesta a la prueba 1 y 2 antes y después del tratamiento de PC con el videojuego

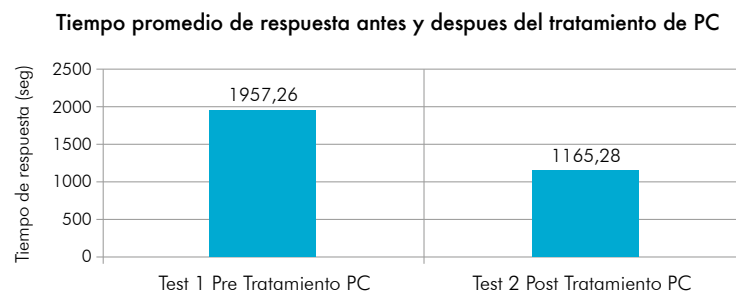


Figura 5. Tiempos de respuesta promedio a cada pregunta antes y después de aplicar el tratamiento de desarrollo de competencias de PC usando el videojuego de la Figura 1

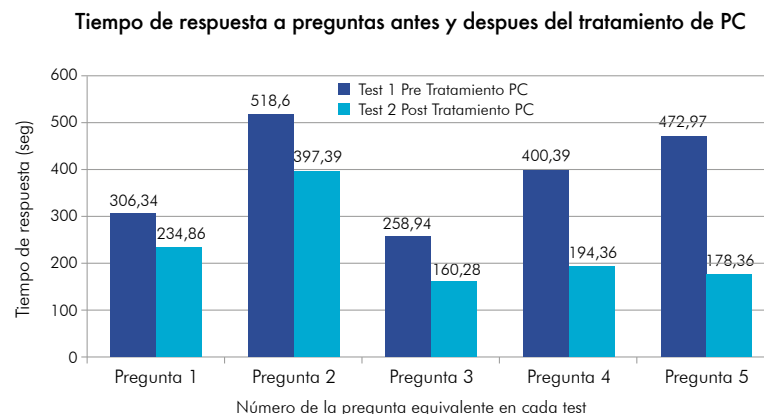
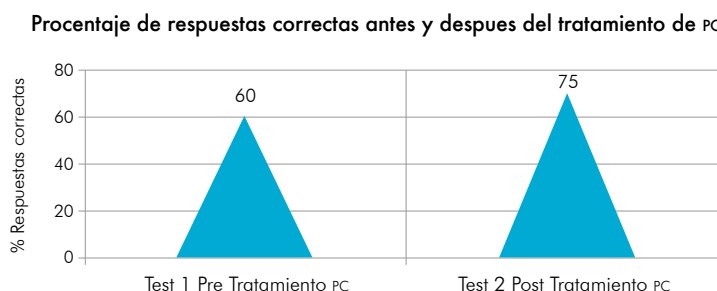


Figura 6. Promedio de respuestas correctas para 38 estudiantes de las pruebas 1 y 2 antes y después del tratamiento de PC con el videojuego



La correlación entre el aumento en las respuestas correctas y la reducción del tiempo de respuesta evidencia una mejora en la capacidad de razonamiento, desarrollo del PC y resolución de problemas, lo que sugiere una mejora en la capacidad para resolver problemas algorítmicos, de una manera más rápida y efectiva.

Utilizando las ecuaciones 2 y 1 respectivamente para determinar: S_x : el error típico estimado de la media y luego el estadístico de prueba "t", puede verse que el primero tiene como resultado: 121,3 segundos y el estadístico un valor de: 2,17 adimensional. Este valor de 2,17 fue comparado con el dato del valor crítico de la distribución de "t" Student, el cual puede encontrarse por interpolación de los datos de la tabla 1 o bien, usando la función: " $=INV.T.2C(0.05,37)$ " en la hoja de cálculo para determinar el valor exacto del valor crítico "t". Los cálculos del valor crítico se obtuvieron asumiendo un 95% de confianza, en consecuencia, 5% de significancia para un total de 38 estudiantes encuestados lo que sugiere $n - 1 = 38 - 1 = 37$ grados de libertad.

Con estos parámetros, se obtuvo 2,02 como valor crítico que es un número menor a 2,17 del valor "t" de Student, por lo cual, sugiere que la hipótesis nula SEA RECHAZADA ya que el resultado de la "t" se encuentra en la zona de

rechazo de la distribución de Student. Las hipótesis planteadas fueron: hipótesis nula: No hay efectos diferentes en los dos tratamientos; hipótesis alternativa: Los tratamientos tienen un valor significativamente diferente. Esto sugiere aceptar la hipótesis alternativa con una confianza del 95% en que sí existe una diferencia significativa entre las medias de los tiempos empleados para resolver las preguntas de la prueba después de aplicar un tratamiento de desarrollo del PC usando el vJ de la Figura 1. De la misma manera, puede decirse que con una confianza del 95% existe un incremento significativo del 15% en el número de respuestas correctas que el estudiante puede lograr aplicando el tratamiento de PC con el vJ. Para obtener el resultado de la ecuación 4, se utilizó una hoja de cálculo de Google Docs, esto con el fin de determinar el índice de Kuder-Richardson. Según Cutumisu *et al.* (2022), en la mayoría de los estudios suele atribuirse a un buen nivel de fiabilidad a valores del coeficiente de Kuder-Richardson superiores a 0,6 y según Aiken (2003) se considera una excelente fiabilidad los valores superiores 0.7 hasta 1.0. Para esta investigación, el valor obtenido para la fiabilidad y coherencia de la prueba 1 fue de 0,62 el cual puede asumirse como aceptable, esto abre la posibilidad a estudios futuros que usen preguntas en pruebas más compactas para aumentar la fiabilidad de los resultados.

Tabla 1. Resumen de datos analizados

	Tiempo Respuesta Prueba 1 Pre Entrenamiento CT (seg)	Tiempo Respuesta Prueba 2 Post Entrenamiento CT (seg)	Diferencias de tiempo X1 - X2 (seg)	
Pregunta 1	306,34	234,86	71,47	
Pregunta 2	518,60	397,39	121,21	
Pregunta 3	258,94	160,28	98,65	
Pregunta 4	400,39	194,36	206,02	
Pregunta 5	472,97	178,36	294,60	

Variable	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Diferencia	Desviación estándar
Total tiempo promedio empleado en la prueba (seg)	1957,26	1165,28	791,97	271,23
Respuestas Correctas (%)	60%	75%	15%	
Sx= Error típico estimado de la media				121,3
Estadístico de prueba "t" de Student				2,17
Valor crítico para t				2,02

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Se diseñó un Videojuego (VJ) educativo con mecánicas de interacciones basadas en Realidad Aumentada (AR) para el entrenamiento de habilidades de razonamiento y desarrollo del Pensamiento computacional (PC) del estudiante. El VJ fue diseñado con el motor UNITY y se integró el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como método de enseñanza para fomentar la creatividad y las habilidades del PC de los estudiantes.

Tras aplicar una primera prueba con preguntas que requerían el uso de PC a 38 estudiantes, los resultados mostraron, con un nivel de confianza del 95 %, un incremento del 15 % en su capacidad para resolver problemas con el uso del PC. Además, se observó una disminución significativa en el tiempo promedio de la prueba, que pasó a ser de 13.2 minutos menos en promedio en la segunda prueba, realizado con preguntas del mismo tipo. La validación de los efectos de la implementación del VJ se llevó a cabo mediante el coeficiente de Kuder-Richardson, obteniendo un valor de 0.62, lo que evidencia una consistencia interna aceptable de la prueba.

Con los resultados obtenidos, se propone a los educadores experimentar con la integración de video juegos educativos en los planes de estudio, con el objetivo de mejorar el pensamiento computacional y analizar el impacto del uso continuo de estas herramientas a lo largo de varios semestres académicos,

incluso en otras asignaturas que al igual requieren pensamiento lógico y algorítmico como la física. De igual forma analizar, de qué forma, al desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas, puede mejorar la creatividad y el trabajo en equipo en el ámbito profesional de los estudiantes.

Si bien una muestra de 38 estudiantes es interesante para la población estudiantil de la universidad, no es una muestra representativa dentro de las metodologías de investigación. Los resultados muestran una mejora significativa en la reducción del tiempo de respuesta en 13.2 minutos promedio y un incremento de las respuestas correctas de un 15%. Como recomendación para futuras investigaciones se propone una base de estudiantes superior que involucre una mayor cantidad de semestres con características similares, para mostrar los efectos positivos de los video juegos en el pensamiento lógico y algorítmico.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación y del proyecto de investigación DTE-661-24 de la Universidad Pedagógica Nacional.

Referencias

- Aiken, R. L. (2003). *Tests Psicológicos y Evaluación*. Pearson.
- Apaza, Y., Paz, A. y Corrales, C. (2019). *SimpleAR: Augmented Reality high-level content design framework using visual programming* [Ponencia]. 38th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), Concepción, Chile. <https://pure.unsa.edu.pe/es/publications/simplear-augmented-reality-high-level-content-designframework-us-2>
- Araujo, C., Lima, L. V. O. y Henriques, P. R. (2019). *An ontology-based approach to teach computational thinking* [Ponencia]. International Symposium on Computers in Education (SIIE), Tomar, Portugal. <http://doi.org/10.1109/siie48397.2019.8970131>
- Chai, X., Sun, Y., Luo, H. y Guizani, M. (2019). DWES: A dynamic weighted evaluation system for Scratch based on computational thinking. *Emerging Topics in Computing*, 10(2), 917-932. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9321708>
- Comber, O., Motschnig, R., Mayer, H. y Haselberger, D. (2019). *Engaging students in computer science education through game development with Unity* [Ponencia]. 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8725135>
- Csernoch, M., Biró, P. y Máth, J. (2021). Developing computational thinking skills with algorithm-driven spreadsheeting. *IEEE Access*, 9(1), 153943-153959. <https://www.researchgate.net/publication/356011457>
- Datalab. (2023). *Prueba t para muestras relacionadas*. Datalab.es. <https://datatab.es/tutorial/paired-t-test>
- Domínguez, J. y Castaño, E. (2016). *Diseño de experimentos*. Alfaomega.
- Eligeeducar. (2019). *Según Piaget, estas son las 4 etapas del desarrollo cognitivo*. Eligeeducar.cl. <https://eligeeducar.cl/acerca-del-aprendizaje/segun-jean-piaget-estas-son-las-4-etapas-deldesarrollo-cognitivo/>
- Guhl, J., Tung, S. y Kruger, J. (2017). *Concept and architecture for programming industrial robots using augmented reality with mobile devices like Microsoft HoloLens* [Ponencia]. 22nd IEEE International Conference on

Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Limassol. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8247749>

ICFES. (2018). *Transformación por la calidad educativa del país*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Calidad de la Educación. <https://www2.icfes.gov.co>

Kazimoglu, C. (2020). Enhancing confidence in using computational thinking skills via playing a serious game: A case study to increase motivation in learning computer programming. *IEEE Access*, 8(1), 221831-221851. <https://www.x-mol.net/paper/article/1340049860763238400>

Liu, H., Wu, Z., Lu, Y. y Zhu, L. (2023). Exploring the balance between computational thinking and learning motivation in elementary programming education: An empirical study with game-based learning. *IEEE Transactions on Games*, 15(1), 95-107. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9684681>

Mineducación. (2021). *Estadísticas de deserción y permanencia en educación superior SPADIES 3.0, indicadores 2021*. Ministerio de Educación Nacional. <https://www.mineduacion.gov.co/sistemasinfo/spadies/secciones/Estadisticas-de-desercion/>

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf.pdf

Vivanco, M. (2005). *Muestreo Estadístico: Diseño y aplicaciones*. Editorial Universitaria.



Identificando conocimientos previos: un primer paso para la comprensión del cambio climático

- Identifying Prior Knowledge: A First Step Toward Understanding Climate Change
- Identificando conhecimentos prévios: um primeiro passo para a compreensão das mudanças climáticas

Forma de citar este artículo:

Obando-Melo, V. P., López-Ríos, S. Y., Jiménez-Narváez, M. M., Barrios-Estrada, A. S. y Leonel, H. F. (2025). Identificando conocimientos previos: un primer paso para la comprensión del cambio climático. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, (58), 69 - 87. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22128>

Resumen

La crisis climática requiere acciones inmediatas para mitigar sus efectos y promover prácticas sostenibles en todos los niveles educativos. Sin embargo, este fenómeno se aborda de manera parcial en los estándares básicos de ciencias naturales en Colombia, y es opcional en los proyectos ambientales escolares. Por esta razón, es crucial identificar los saberes previos de los estudiantes como un primer paso para comprender el sistema climático desde una perspectiva de aprendizaje significativo y crítico del fenómeno. Este artículo presenta los hallazgos relacionados con la indagación de conocimientos previos de estudiantes de secundaria en cinco categorías clave del sistema climático: tiempo atmosférico y clima, efecto invernadero y gases de efecto invernadero, balance del clima, causas naturales y antropogénicas y consecuencias. Mediante un análisis de contenido cualitativo, se identificaron patrones emergentes en las respuestas de los estudiantes y su correspondencia con las categorías propuestas. Los resultados muestran que los estudiantes reconocen el impacto de la intervención humana en el clima, pero presentan confusiones en conceptos como cambio climático, calentamiento global y efecto invernadero, además de un desconocimiento sobre aspectos del tiempo atmosférico y del clima; estos conceptos son clave para comprender el sistema climático y destacan la

Viviana Patricia Obando-Melo* 
Sonia Yaneth López-Ríos** 
María Mercedes Jiménez-Narváez** 
Ana Sabina Barrios-Estrada** 
Hugo Ferney Leonel** 

* Candidata a Doctora en Educación, docente de aula, IE la Paz, Antioquia, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, viviana.obando1@udea.edu.co

** Doctora en Enseñanza de las Ciencias, profesora titular, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia sonia.lopez@udea.edu.co

*** Doctora en Educación, Profesora titular. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia maria.jimenez@udea.edu.co

**** Doctora en Ciencias de la Educación, Profesora. Facultad de Educación. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia anitabaes@gmail.com

***** Doctor en Ciencias Ambientales, Profesor asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. hleonel2001@gmail.com

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 05/09/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



necesidad de continuar implementando estrategias pedagógicas y didácticas que favorezcan su comprensión para propiciar acciones de mitigación frente al cambio climático.

Palabras clave

educación; clima; enseñanza secundaria; conocimientos previos; aprendizaje significativo

Abstract

The climate crisis demands immediate action to mitigate its effects and promote sustainable practices across all levels of education. However, this phenomenon is only partially addressed in Colombia's national science education standards, and its inclusion in school environmental projects is optional. For this reason, identifying students' prior knowledge is a crucial first step in understanding the climate system from a meaningful and critical learning perspective. This article presents findings from an investigation into the prior knowledge of high school students across five key categories of the climate system: weather and climate, the greenhouse effect and greenhouse gases, climate balance, natural and anthropogenic causes, and consequences. Through qualitative content analysis, emerging patterns in student responses were identified and compared to the proposed categories. The results indicate that while students recognise the impact of human intervention on the climate, they show confusion regarding concepts such as climate change, global warming, and the greenhouse effect, along with a lack of knowledge about weather and climate fundamentals. These concepts are essential for understanding the climate system and highlight the need to continue implementing pedagogical and didactic strategies that foster comprehension and encourage mitigation actions in response to climate change.

Keywords

education; climate; high school education; prior knowledge; meaningful learning

Resumo

A crise climática exige ações imediatas para mitigar seus efeitos e promover práticas sustentáveis em todos os níveis de ensino. No entanto, esse fenômeno é abordado de forma parcial nos parâmetros curriculares de ciências naturais na Colômbia e é opcional nos projetos ambientais escolares. Por isso, é fundamental identificar os conhecimentos prévios dos estudantes como um primeiro passo para compreender o sistema climático sob uma perspectiva de aprendizagem significativa e crítica do fenômeno. Este artigo apresenta os resultados da investigação dos saberes prévios de estudantes do Ensino Médio em cinco categorias-chave do sistema climático: tempo atmosférico e clima, efeito estufa e gases de efeito estufa, balanço climático, causas naturais e antrópicas, e consequências. A partir de uma análise de conteúdo qualitativa, foram identificados padrões emergentes nas respostas dos estudantes e sua correspondência com as categorias propostas. Os resultados mostram que os estudantes reconhecem o impacto da intervenção humana no clima, mas apresentam confusões em conceitos como mudanças climáticas, aquecimento global e efeito estufa, além de desconhecimento sobre aspectos do tempo atmosférico e do clima. Esses conceitos são fundamentais para compreender o sistema climático e ressaltam a necessidade de continuar implementando estratégias pedagógicas e didáticas que favoreçam sua compreensão e estimulem ações de mitigação frente às mudanças climáticas.

Palavras-chave

educação; clima; ensino médio; conhecimentos prévios; aprendizagem significativa

Introducción

La crisis climática actual requiere acciones inmediatas de adaptación y mitigación. Los niños y jóvenes serán los más vulnerables debido a factores fisiológicos, sociales y económicos. En términos físicos y fisiológicos, ellos tienen menor capacidad para sobrevivir a condiciones climáticas extremas, además de enfrentar un mayor riesgo de contraer enfermedades agravadas por el cambio climático. También se ven afectados por interrupciones en su educación debido a eventos meteorológicos como inundaciones, sequías y olas de calor. En contextos de alta vulnerabilidad social y económica, el impacto climático tiende a profundizar las desigualdades, aumentar la pobreza y elevar las tasas de migración forzada. Como son los niños los que vivirán las consecuencias de las decisiones que se tomen hoy, es fundamental comprender sus mecanismos para impulsar prácticas sostenibles (UNICEF, 2024).

El entendimiento de este fenómeno representa un desafío escolar debido a su interdisciplinariedad, ya que los contenidos están dispersos entre diversas disciplinas y grados (Anyanwu *et al.*, 2015; You *et al.*, 2021). Esto ha generado desconocimiento sobre las bases científicas del Cambio Climático (CC), sus causas y consecuencias (Ladrera y Robredo, 2022).

En Colombia, el fenómeno no se incorpora formalmente en los Estándares Básicos de Competencias (Ministerio de Educación Nacional, 2004), los Derechos Básicos de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016), ni en los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) (Ministerio de Educación Nacional y Ministerio de Medio Ambiente, 2003), quedando su enseñanza a la autonomía del docente (Calderón *et al.*, 2024).

El concepto de CC es familiar para los estudiantes y ha ingresado a su lenguaje cotidiano debido a su exposición en redes de información

verbal y visual. Los estudiantes ya poseen ideas sobre este fenómeno (Varela *et al.*, 2020). La comunicación visual del CC ha ganado fuerza en medios digitales y publicitarios. Aunque, según Nicholson (2005), esto aumenta la motivación por el tema, la información que circula no siempre tiene sustento científico (Ballantyne *et al.*, 2016; Nicholson, 2005; Varela *et al.*, 2020). Esto puede generar conceptos erróneos que minimizan la aceptación del fenómeno y reducen el apoyo a las acciones de mitigación (Cook, 2022). Además, la falta de comprensión y conocimiento sobre el CC se correlaciona con el desinterés en el fenómeno y la tendencia a desvincularse de la responsabilidad individual para contrarrestar sus efectos (Ballantyne *et al.*, 2016; García-Vinuesa *et al.*, 2022; Varela *et al.*, 2020).

Los conocimientos previos sobre una temática pueden ser contruidos por el entorno cultural y estar influenciados por visiones del mundo, o ser heredados a través de amigos, familia y comunidad (Agosta y Cuetos, 2023). Identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el fenómeno es esencial para reconfigurar los planes de estudio y diseñar materiales pedagógicos y didácticos que respondan a sus necesidades, favoreciendo un aprendizaje significativo, reflexivo y crítico (Moreira, 2005).

En este artículo se presentan los resultados de dos instituciones educativas donde se identificaron los conocimientos previos en torno a cinco categorías clave para la comprensión del sistema climático: 1) diferencia del tiempo atmosférico y clima, fundamental para entender la urgencia de actuar frente al cambio del clima (Cartwright *et al.*, 2021); 2) efecto invernadero y gases de efecto invernadero, que ayudan a comprender las causas naturales del calentamiento del planeta (Roychoudhury *et al.*, 2017); 3) balance del clima, con énfasis en el ciclo del carbono y las posibles acciones de mitigación a través de la fotosíntesis (You

et al., 2021); 4) causas antropogénicas que permiten identificar los factores humanos que han alterado el clima (Roychoudhury *et al.*, 2017); 5) consecuencias del fenómeno, para visualizar el peligro, riesgos o vulnerabilidad a la que se enfrentan distintas poblaciones (García *et al.*, 2022). Además, se analizó la relación entre conceptos que permiten una comprensión holística e integral del fenómeno. Estos hallazgos serán el insumo, en futuras investigaciones, para el diseño de estrategias pedagógicas y didácticas que contribuyan al aprendizaje significativo y crítico del sistema climático.

La pregunta de investigación que orientó el estudio fue: ¿Cuáles son las principales fortalezas y dificultades en los conocimientos previos de los estudiantes sobre el sistema clima?

Antecedentes

En la revisión de literatura, se identificó un aumento reciente de estudios sobre conocimientos previos, reflexiones, actitudes y modelos enfocados al CC, impulsados por el creciente flujo de información visual, de realidad auténtica y virtual sobre el fenómeno. Los medios de comunicación, como noticias, periódicos y películas, influyen en las percepciones de los estudiantes sobre el CC (Nicholson, 2005), sirviendo como punto de partida para el diálogo y la reflexión al hacer tangible la ciencia climática abstracta (Ballantyne *et al.*, 2016). Estudios recientes han identificado ideas previas de los estudiantes sobre CC, revelando confusión conceptual entre CC y efecto invernadero, así como desconocimiento de conceptos clave para comprender el sistema climático. La Tabla 1 describe los principales hallazgos de estos estudios en estudiantes de secundaria.

Tabla 1. Estudios relacionados con conocimientos previos asociados al CC en estudiantes de secundaria

Autor/año	Lugar	Algunos resultados
Nicholson, (2005)	Reino Unido	El CC se relaciona con los eventos de tiempo atmosférico. No establecen conexión entre las actividades personales y el CC.
García, <i>et al.</i> (2012)	España	El Efecto Invernadero está relacionado con la contaminación y con la capa de ozono. Las causas: gases contaminantes, uso de vehículos. Aumentarán de fenómenos extremos, aumento del nivel del mar, agujero de la capa de ozono, vida amenazada.
Ballantynes, <i>et al.</i> (2016)	Suecia	Impactos: osos polares, deshielo, desastres naturales. Causas: CO ₂ , medios de transporte, industrialización. No asumen responsabilidad individual.
(Roychoudhury <i>et al.</i> , 2017)	EEUU	El CO ₂ incrementa el agujero de la capa de ozono. El calentamiento global es lo mismo que el CC. calentamiento global es el cambio de temperatura, pero no mencionan precipitación. Desconocimiento del sistema clima y sus interrelaciones con el ciclo del Carbono y sus componentes.
Varela, <i>et al.</i> (2020)	España	El CC es el incremento de la T°. Causas: contaminación, actividades humanas, lluvia ácida y destrucción de la capa de ozono, incremento del Efecto Invernadero. Reducir de uso de vehículo. No relacionan deforestación con CC. Relacionan CC con destrucción de la capa de ozono. No reconocen los mecanismos de CC. Mencionan reciclaje, pero sin conocimiento real.

Autor/año	Lugar	Algunos resultados
García, et al., (2022)	España e Italia	Conocimiento superficial del cc. No relacionan su comportamiento con el cc. Confunden amenazas de desastres como deterioro de la capa ozono. Reconocen las causas antropogénicas del cc, hay incoherencias con el origen natural.
Agosta y Cuetos (2023)	España	El cc es una amenaza para la población. El cc se da por causas antropogénicas y está ocurriendo ahora. El nivel más bajo de conocimiento está en el balance entre el sol y la tierra, seguido de consecuencias relacionados con GEI. Preocupación y ansiedad por la crisis climática.

Fuente: elaboración propia.

Esta revisión permitió extraer la información sobre las concepciones del cc en diferentes contextos y países, destacando la necesidad de una educación climática más detallada y contextualizada que aborde los conocimientos conceptuales, aclare malentendidos, conecte los conocimientos con las acciones diarias y fomente una visión crítica y activa hacia la mitigación del cc.

Marco Teórico o Conceptual

Los conocimientos previos: los cimientos para el aprendizaje significativo

En su Teoría del Aprendizaje Significativo, David Ausubel destacó los conocimientos previos de los estudiantes como el principal insumo para incorporar nuevos aprendizajes (Sexton, 2020). Al integrarse la nueva información con la estructura cognitiva existente, se promueve un aprendizaje significativo y duradero, en contraste con el aprendizaje memorístico y a corto plazo. Identificar estos conocimientos previos permite a los profesores comparar sistemáticamente (reconciliación integradora) y contrastar (diferenciación progresiva) la nueva información con la anterior. Con esta base, el docente puede anticipar posibles dificultades conceptuales y fomentar un aprendizaje significativo, útil y relevante mediante la selección de materiales educativos adecuados y la creación de entornos que involucren activamente a los

estudiantes, siendo prácticos y alineados con los objetivos de aprendizaje.

De acuerdo con Ausubel, el conocimiento previo es la suma de todo el conocimiento adquirido, así como la organización de los hechos, conceptos y principios que componen ese conocimiento (Sexton, 2020). En consonancia con Ausubel, Prawat (1992) plantea que este se forma desde las experiencias individuales y sociales y, algunas son resistentes al cambio. Por lo tanto, identificar las concepciones previas de los estudiantes es una parte integral de la planificación de las clases para promover la participación, alentar a los estudiantes a expresar sus propias ideas y permitirles encontrar sentido a los contenidos, en tanto se identifican las potencialidades, necesidades y dificultades en el aprendizaje; así, los conocimientos previos pueden transformarse gradualmente buscando acercarse cada vez más al conocimiento científicamente aceptado (Pozo y Gómez, 2009).

Pozo y Gómez (2009) consideran que las concepciones previas tienen tres orígenes: sensorial, cultural y escolar. El sensorial proviene de la interacción directa con el mundo y son denominadas espontáneas, pues intentan dar significado a las actividades cotidianas basándose en reglas de causalidad. El cultural surge del entorno social y cultural, incluyendo creencias inducidas sobre hechos y fenómenos, llamadas representaciones sociales, donde los medios de comunicación juegan un papel crucial al difundir información, aunque

de manera no organizada. El escolar se construye con los aprendizajes obtenidos en la escuela e influye en los aprendizajes posteriores. Así, los conocimientos previos se obtienen de la interacción entre sentidos, lenguaje, cultura y tareas escolares, formando parte del sentido común, lo que dificulta su movilización.

Educación para el cambio climático: comprender el sistema clima

El CC es uno de los mayores riesgos para la humanidad. Las evidencias del fenómeno han sido difundidas desde 1998, generando preocupación mundial por su potencial destructivo, atribuido principalmente a las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero (GEI). Desde entonces, se han llevado a cabo las Conferencias de las Partes (COP) para diseñar y evaluar estrategias globales de descarbonización, formuladas en Kioto (1997) y París (2015). Una de estas estrategias es la promoción de la Educación para el Cambio Climático (ECC) en todas las etapas escolares (UNESCO, 2020).

La ECC se define como la adquisición de un conocimiento suficiente sobre los principios esenciales del funcionamiento del clima, fundamental para empoderar al alumnado en la toma de decisiones guiadas por el conocimiento científico (Selby y Kagawa, 2013). González y Meira (2020) sugieren inicialmente una educación sobre el sistema clima que aborde la alfabetización científica, ecológica y ambiental, y posteriormente una ECC que promueva el cambio hacia la adaptación, descarbonización y transición ecológica.

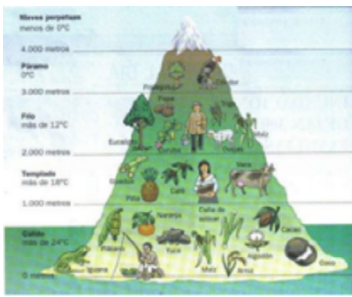
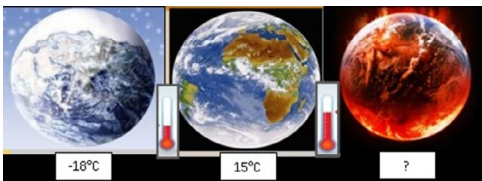
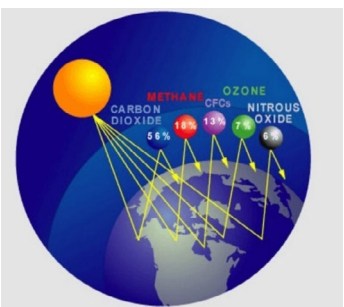
Metodología

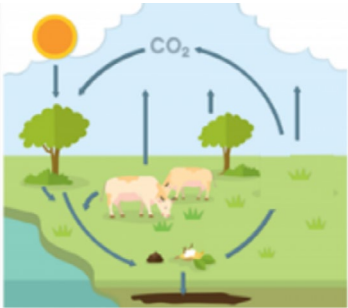
Este estudio se enmarca en tradición cualitativa y adopta un enfoque de estudio de caso instrumental (Stake, 1999). La indagación de conocimientos previos se realizó en dos instituciones educativas oficiales de Colombia: el Liceo de la Universidad de Nariño (Pasto – Nariño), con 47 estudiantes (en adelante EU), y la Institución Educativa la Paz (Envigado – Antioquia), con 39 participantes (en adelante EP). Los participantes cursaban grado séptimo, con edades entre los 11 y 14 años. Tanto ellos como sus padres firmaron consentimientos informados para participar en la investigación.

Recolección de información

La recolección de información se llevó a cabo en dos momentos; en el primero se usaron imágenes de temáticas/problemáticas del CC centradas en las categorías (Tabla 2), para su selección se siguió la taxonomía de Perales y Jiménez (2002), con los criterios del grado de iconicidad y funcionalidad en la secuencia didáctica. Los estudiantes las interpretaron individualmente en una sesión de cincuenta minutos, detallando las palabras o conceptos que visualizaban. En el segundo momento, en equipos de tres estudiantes, se construyó un mapa conceptual con veinticinco conceptos relacionados con las categorías asociadas al CC. La actividad se desarrolló en dos sesiones de cincuenta minutos cada una (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías, imágenes y temáticas usadas para identificación de conocimientos previos del fenómeno del cc

Categorías	Imágenes seleccionadas	Clasificación de la imagen y descripción	Temáticas conectadas con cc
Diferencia entre tiempo atmosférico y clima (Roychoudhury et al., 2017).	 UN DÍA EN COLOMBIA 7:00 AM 12:00 PM 5:00 PM	Dibujo figurativo, problematizador. Describe la variación en el tiempo atmosférico en un día.	• Tiempo atmosférico. • temperatura. • humedad. • precipitación. • nubosidad.
	 La altitud y los pisos térmicos. (Henao, 2008)	Dibujo figurativo. • evocador. Describe la altitud como elemento del clima.	• Clima. • Alimentación. • Vestuario.
Efecto invernadero y GEI (García-Rodeja y Lima, 2012)	 Efecto invernadero ¿Qué nos espera? (Artime, 2015; Martínez, 2009; Tunes, 2018)	Dibujo figurativo. • interpretación y problematización. Presenta el planeta en 3 situaciones: sin efecto invernadero, con efecto invernadero y con exceso de efecto invernadero.	• Calor. • Vida. • Atmósfera • Biósfera. • Geósfera. • Hidrósfera.
	 Methane and the greenhouse effect (Pearson, 2008)	Dibujo figurativo más signos y descripción. Describe el mecanismo de producción del efecto invernadero y los GEI que retienen el calor en la atmósfera.	• Sol. • GEI. • CO₂. • Vapor de agua.

Categorías	Imágenes seleccionadas	Clasificación de la imagen y descripción	Temáticas conectadas con CC
Balance del clima (You et al., 2021)	 Modelo sencillo del ciclo del carbono (Lopez-Rey, 2021)	Dibujo figurativo más signos e interpretación. Se presenta el ciclo del carbono natural, sin intervención de la zona industrial, la única etiqueta que contiene es CO₂.	• Ciclo del carbono. • Fotosíntesis. • Respiración.
Causas antropogénicas (Roychoudhury et al., 2017)	 ¡El clima está loco! (Molina, 2011)	Dibujo figurativo, interpretación y problematización. Presenta la queja de un adulto por escasez de lluvia en un ambiente deforestado e industrializado.	• Industrialización. • Deforestación. • Combustibles fósiles.
Consecuencias (García-Rodeja y Lima, 2012)	 El puesto de pesca de Anuk, el esquimal (Toté, 2018)	Dibujo figurativo • interpretación y problematización. Se visualiza el cambio del territorio en un lapso de 20 años, derretimiento de criósfera y escasez de alimento.	• Calentamiento global. • Derretimiento de hielo.

Fuente: elaboración propia.

Análisis de la información

Los patrones emergentes de las expresiones empleadas por los estudiantes en la interpretación de imágenes y en las proposiciones formadas en los mapas conceptuales se examinaron mediante un análisis de contenido cualitativo deductivo (Hernández et al., 2014). Se describieron la frecuencia de elementos explicativos en forma porcentual para las imágenes y las repeticiones en las proposiciones para los mapas conceptuales en cada categoría. Como criterio de validez de la

investigación, se realizaron dos tipos de triangulación: una entre fuentes de información y otra comparando los datos obtenidos con el marco teórico (Cisterna, 2005)

Adicionalmente, se realizó un análisis exclusivo de la estructura y contenido semántico de los mapas conceptuales utilizando la metodología propuesta por Lopera-Pérez y Bolívar, (2018), adaptada de Cañas *et al.* (2015)

Resultados y análisis

En ambas instituciones se presentaron resultados similares en cada una de las cinco categorías contempladas para el sistema climático y para la estructura holística del fenómeno del cambio climático.

A continuación, se presentan los resultados y la discusión para cada categoría. Al interpretar

los porcentajes, se debe tener en cuenta que algunos estudiantes mencionaron más de un elemento explicativo en sus respuestas.

Diferencia entre tiempo atmosférico y clima

Se evidenciaron conocimientos insuficientes sobre estos dos conceptos (Tabla 3). En la interpretación de las imágenes, el concepto de tiempo atmosférico se confunde principalmente con el CC o la variación en el clima, y las proposiciones realizadas no reflejan una comprensión adecuada del concepto. Respecto al clima, los estudiantes reconocen la altitud y la influencia de la temperatura como factores que facilitan la producción de alimentos y la diversidad de flora y fauna. Sin embargo, mencionaron escasamente otras variables que influyen en la determinación del clima de un lugar.

Tabla 3. Concepciones sobre tiempo atmosférico y clima

Categorías	Interpretación de imágenes		Proposiciones de mapas conceptuales	
		EU (%)	EP (%)	
Tiempo atmosférico	Cambio climático.	21	42	
	Variación en el clima.	25	0	De la atmósfera sale el tiempo atmosférico.
	Cambio de temperatura.	4.3	18.2	La atmósfera tiene Tiempo atmosférico.
	Calentamiento global.	4.3	3	
Clima	Producción de alimentos.	29	39	
	Escala de temperatura para alimentos.	12	39	
	Diversidad de fauna y flora.	17	33	
	Escalas de clima.	19	18	El clima depende de la temperatura.
	Pisos térmicos.	14	15	El clima se produce en la atmósfera.
	En el mar calor y en lo alto frío.	23	15.1	
	Vestimenta.	17	0	El clima crea humedad sale nubosidad.
	Costumbres.	4	6	El sol crea el clima.
				El clima influye en los cultivos y en la precipitación.

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Cartwright *et al.* (2021), quienes encontraron que los estudiantes de secundaria suelen tener problemas para distinguir los dos conceptos, sin reconocer que el clima tarda décadas en cambiar sus patrones. Las alteraciones que se presentan marcan una gran diferencia cuando se calcula el tiempo necesario para mitigar sus efectos. De acuerdo con Roychoudhury *et al.* (2017), el escaso conocimiento del CC surge de conocimientos muy básicos de los dos conceptos. Estos resultados sugieren que los estudiantes carecen de una comprensión sólida del tiempo atmosférico, concepto que contribuye a una mejor comprensión del clima, su importancia vital y las consecuencias de sus alteraciones.

Causas naturales: efecto invernadero y GEI

El efecto invernadero fue relacionado con el calentamiento global, el aumento de la temperatura y el CC. Incluso lo consideraron resultado de la contaminación y de los daños al planeta. Al interpretar los GEI, aunque mencionaron la intervención del sol en algunos procesos relacionados con la tierra, el agua y ciertos gases, no reconocieron su mecanismo de acción. Llama la atención que, aunque la imagen no mencionaba la capa de ozono, este fue el concepto más recurrente en su interpretación. En las proposiciones se identificó que los estudiantes relacionaron el calentamiento global con los GEI. Aunque existe una incipiente articulación entre los GEI y el calor, se evidenció confusión entre los conceptos. La interpretación de imágenes y proposiciones sobre el efecto invernadero y los GEI se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Concepciones sobre efecto invernadero y GEI

Categoría	Interpretación de imágenes		Proposiciones de mapas conceptuales	
		EU (%)	EP (%)	
Efecto invernadero	Calentamiento global	36	33	El calentamiento global proviene del sol (2 veces). La causa del calentamiento global es la temperatura. La causa del calentamiento global es el clima. El sol afecta el calentamiento global.
	Aumento de temperatura	35	36	
	Cambio de clima	17	18	
	Contaminación	14	12	
	Daños al planeta	14	6	
GEI	Capa de ozono	19	18	El calentamiento global produce GEI (2 veces). Los GEI afectan el clima y el tiempo atmosférico. La temperatura causa los GEI. El CO ₂ genera GEI. La temperatura influye en los GEI. La temperatura produce GEI.
	Atmósfera	21	3	
	El sol produce calor	6	24	
	El sol genera luz y color	8	3	
	El sol produce fenómenos	10	-	
	El sol actúa sobre el agua y rebota	0	21	
	Evaporación del agua	13	18	
	Formación de lluvia	0	9	
	CO ₂ produce calor	0	12	
	Presencia de CO ₂	0	12	

Fuente: elaboración propia.

En la comprensión de las causas naturales del fenómeno, es esencial reconocer la importancia del efecto invernadero y sus beneficios para la humanidad, su mecanismo de funcionamiento, la acción del sol y los gases que lo producen. En este estudio, no se reconoció el efecto invernadero como fundamental para la vida en el planeta ni la necesidad de un equilibrio térmico para la supervivencia. Posiblemente, la selección de la imagen condujo a una interpretación diferente debido a su carácter problematizador. No obstante, los estudiantes expresaron ideas sobre el exceso de calor debido al calentamiento global, el aumento de temperatura o el CC, atribuibles a la contaminación y los daños al planeta. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de García-Rodeja y Lima (2012).

Los GEI son desconocidos para los estudiantes, y aunque algunos mencionan a la atmósfera como su lugar de ubicación, la referencia a la capa de ozono fue más frecuente. Estos hallazgos coinciden con estudios reportados por Cartwright *et al.* (2021), García-Rodeja y Lima

(2012), García-Vinuesa *et al.* (2022), Ladrera y Robredo (2022) y Varela *et al.* (2020), quienes indican que los estudiantes frecuentemente asocian la capa de ozono con el CC y el efecto invernadero. Otros estudios revelan que los estudiantes vinculan el CO₂ con el incremento del agujero en la capa de ozono (Cartwright *et al.*, 2021; Roychoudhury *et al.*, 2017) y su influencia en los desastres naturales (García-Vinuesa *et al.*, 2022).

El balance del clima: ciclo del carbono

Los estudiantes reconocen algunos procesos relacionados con el ciclo del carbono, principalmente la fotosíntesis, la producción de oxígeno y la respiración, que implican la expulsión de CO₂ o el intercambio de gases. Sin embargo, mencionan escasamente la descomposición, la red trófica y el crecimiento de las plantas. Además, no logran relacionar estos conceptos con el balance del clima. En el grupo de Nariño (EU), no se encontraron proposiciones alusivas al ciclo del carbono (Tabla 5).

Tabla 5. Concepciones sobre balance del clima: ciclo del carbono

Categoría	Interpretación de imágenes		Proposiciones de mapas conceptuales	
	EU (%)	EP (%)	EU	EP
Balance del clima: ciclo del carbono	Fotosíntesis.	64	6	Los cultivos salen de la fotosíntesis. (4 veces) La fotosíntesis actúa en el ciclo de las plantas. El sol ayuda a la fotosíntesis. La fotosíntesis es buena para el CO ₂ nos ayuda a la respiración.
	Producción de oxígeno.	13	24	
	Uso del CO ₂	0	6	
	Producción de alimento.	0	3	
	Proceso de respiración.	15	6	
	Expulsión de CO ₂	15	12	
	Intercambio de gases.	11	0	
	Excremento.	2	3	
	Abono.	4	6	
	Un ciclo como proceso.	13	3	
	Ciclo de las plantas.	4	6	
	Ciclo de la vida.	8	0	
	Cadena alimenticia.	0	12	
	Crecimiento de plantas	0	15	
	Sol participante	0	9	

Fuente: elaboración propia.

El ciclo del carbono natural es fundamental para el equilibrio climático, y su alteración es un factor clave en el incremento de los GEI (Roychoudhury *et al.*, 2017; You *et al.*, 2021). Los estudiantes no reconocen los elementos del ciclo del carbono como componentes esenciales del equilibrio climático. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Roychoudhury *et al.* (2017), quienes señalan que los estudiantes no lograron conectar los conceptos ni demostrar una comprensión del papel de la fotosíntesis, la respiración y la cadena alimentaria en el balance del sistema climático.

El reconocimiento de estos elementos es crucial para proponer alternativas de mitigación basadas en fundamentos conceptuales, tales como la reforestación y la aforestación. Estas estrategias destacan el rol de las plantas en la captura y procesamiento del CO₂, un gas de efecto invernadero principal.

Causas antropogénicas

Los estudiantes reconocen claramente la intervención humana como una fuente de alteración climática. Sin embargo, en las proposiciones se observa que utilizan de manera indistinta los conceptos de calentamiento global, GEI y CC (Tabla 6).

Tabla 6. Concepciones sobre causas antropogénicas

Categoría	Interpretación de imágenes			Proposiciones de mapas conceptuales	
	Concepciones	EU (%)	EP (%)	EU	EP
Causas antropogénicas	Contaminación humana.	43	46	La causa del calentamiento global es la industrialización, (4 veces), deforestación, combustible fósil y el CO ₂ .	La industrialización utiliza combustibles fósiles.
	Deforestación.	40	26		La industrialización es mala para la temperatura.
	Industrias.	19	30		El clima que es afectado por la deforestación.
	Humano destructor.	23	21	Los GEI se dan por la industrialización (3 veces).	La deforestación influye en el calentamiento global.
	Ignorancia de humanos.	11	9	La industrialización se produce por combustible fósil.	Combustibles fósiles se usan para industrialización para vivienda y para vestuario.
	Necesidad de concientización.	6	3	La industrialización y deforestación afectan el clima y la temperatura.	

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los estudiantes reconocen al ser humano como el actor principal en el desequilibrio climático. Esto coincide con varios autores (Agosta y Cuetos, 2023; García-Vinuesa *et al.*, 2022; Roychoudhury *et al.*, 2017; Varela *et al.*, 2020), quienes reportaron que los estudiantes atribuyen la alteración climática a la industrialización y al uso del transporte (Ballantyne *et al.*, 2016). Sin embargo, muchos consideran el fenómeno como un problema distante de ellos, similar a lo observado por Ballantyne *et al.* (2016) en estudiantes de secundaria en Suecia, quienes reconocen la acción humana pero no consideran su propia participación en la alteración del fenómeno.

Consecuencias del cc

Los participantes identificaron varias consecuencias del cc, principalmente el derretimiento de glaciares, el calentamiento global, los cambios

en el tiempo y el cc. Además, reflexionaron sobre los peligros que afectan a diferentes poblaciones de animales y seres humanos y, de los impactos en los alimentos, la vida y el hábitat (Tabla 7).

Tabla 7. Concepciones sobre consecuencias del cc

Categorías	Interpretación de imágenes		Proposiciones de mapas conceptuales	
	Concepciones	EU (%)	EP (%)	
Consecuencias	Derretimiento de glaciares.	55	79	La industrialización afecta los cultivos (2 veces) y la respiración.
	Calentamiento global.	38	18	La industrialización causa derretimiento de glaciares (3 veces).
	Cambio de tiempo.	28	30	La deforestación causa derretimiento de glaciares.
	Cambio de clima.	6	33	La contaminación produce Calentamiento global.
	Contaminación.	6	15	La contaminación produce nubosidad (4 veces).
	Cambio de temperatura.	0	15	Industrialización produce contaminación.
	Sol mucho tiempo.	11	0	La industrialización causa deforestación.
	Peligro.	23	9	El calentamiento global produce derretimiento de glaciares (3 veces).
				El calentamiento global irregulariza el clima.
				El calentamiento global afecta la respiración.
				El calentamiento global destruye la biósfera, la atmósfera, la hidrósfera y geósfera.
				El derretimiento de glaciares destruye cultivos y viviendas.
				La temperatura provoca el derretimiento de glaciares.
				El tiempo atmosférico afecta la temperatura lo que resulta en derretimiento de glaciares.
				Industrialización causa deforestación.
				El calor produce deforestación.
				El calentamiento global afecta a los cultivos por falta de humedad afecta la fotosíntesis y por falta de oxígeno afecta la respiración.
				Geósfera genera los combustibles fósiles afectando los cultivos.
				La temperatura hace el derretimiento de glaciares (3 veces).
				El calentamiento global produce derretimiento de glaciares (2 veces).
				Los glaciares se están convirtiendo en vapor de agua.

Fuente: elaboración propia.

En la evaluación de las proposiciones relacionadas con las consecuencias, se notó el uso de enlaces cruzados con las causas antropogénicas, con proposiciones más completas, que permitieron percibir que reconocen las interacciones de ambos aspectos. Sin embargo, se evidencia que los conceptos de cc, calentamiento global y GEI se tratan de manera indistinta en las proposiciones planteadas. Los estudiantes identifican diversas consecuencias en el ambiente natural, en la temperatura, los glaciares, las plantas y en los ambientes modificados por la humanidad, como los cultivos y las viviendas.

Se percibe en los participantes una mayor fluidez en las proposiciones relacionadas con las consecuencias, asociándolas con los impactos de las acciones humanas en el ambiente natural y en el modificado, como es el caso de las viviendas y los cultivos. Diversos estudios muestran que las causas antropogénicas y las consecuencias que ello conlleva son las categorías más reconocidas por los estudiantes de secundaria (Agosta y Cuetos, 2023; García-Rodeja y Lima, 2012; García-Vinuesa *et al.*, 2022; Roychoudhury *et al.*, 2017).

La concepción más fuerte se relacionó con el derretimiento de glaciares, aun cuando la imagen no tenía relación con ellos. Es posible que los estudiantes asocien el CC con el derretimiento de icebergs o glaciares, debido a que es una de las representaciones más populares y frecuentemente difundidas por los medios de comunicación.

La identificación de conocimientos previos de los estudiantes relacionados con el sistema climático resulta esencial para promover un aprendizaje significativo y crítico del fenómeno. Reconocer lo que los estudiantes ya saben, en términos de sus fortalezas y dificultades, permite diseñar materiales educativos con estrategias pedagógicas que partan de sus propias representaciones (Sexton, 2020), y así facilitar la comprensión de los elementos clave del sistema climático. Indagar por estos conocimientos se constituye en un primer paso para la construcción de conocimiento científico; favoreciendo la reflexión y la acción frente a la crisis climática y formando ciudadanos más conscientes y comprometidos con la mitigación y adaptación al cambio climático.

Las fortalezas y dificultades que se ponen de manifiesto en los conocimientos previos de los estudiantes se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Hallazgos registrados de conocimientos del sistema climático

Categoría	Fortalezas	Dificultades
1. Diferencias entre tiempo atmosférico y clima.	Identifican algunas variables del clima.	El tiempo atmosférico se confunde con cambio climático.
2. Causas naturales del calentamiento del planeta: Efecto invernadero Gases de Efecto Invernadero.	Reconocen la intervención del sol en algunos procesos.	No relacionan el Ei como fundamental para la vida. Confunden efecto invernadero con calentamiento global (y lo asocian con contaminación). Relacionan los GEI con el calentamiento global y con la capa de ozono.
3. Balance del clima: ciclo del carbono.	Identifican algunos procesos como fotosíntesis.	No reconocen otros elementos del ciclo como red trófica, descomposición. No se asocia al ciclo del carbono con el balance del clima.
4. Causas antropogénicas.	Reconocen la intervención humana como causante de la alteración del clima.	
5. Consecuencias	Identificaron el derretimiento de glaciares, el calentamiento global, cambios en el tiempo y el cambio climático. Mencionan los impactos del CC en los humanos, animales y ambiente.	No reconocen su propia participación en las alteraciones climáticas.
Análisis holístico		Confunden cambio climático con calentamiento global.

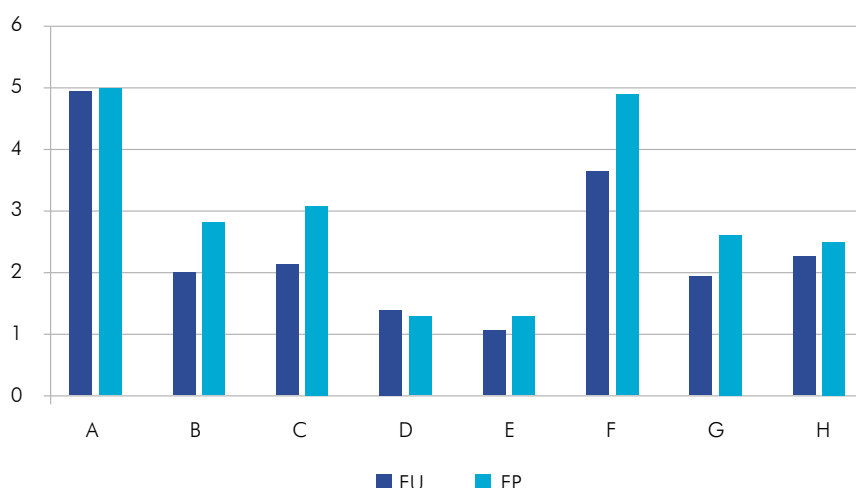
Fuente: elaboración propia.

Estructura y contenido semántico de los mapas conceptuales

En el análisis de los mapas conceptuales, se evidenció que en ambas instituciones se presentan resultados similares tanto en la estructura como en el contenido semántico (Figura 1). Es importante mencionar que los ítems A y F de la valoración presentan un puntaje alto, debido a que los conceptos no

fueron elegidos por los estudiantes, sino que fueron aportados por la investigadora. La calificación más baja se relacionó con la profundidad jerárquica y los enlaces cruzados. Fue difícil establecer niveles en la profundidad jerárquica, ya que varios equipos no utilizaron palabras de enlace, tampoco las diferenciaron por tamaño o color, y la ubicación de los conceptos en la mayoría de los casos se dio de manera lineal.

Figura 1. Estructuración de conocimientos mediante mapas conceptuales



Fuente: elaboración propia.

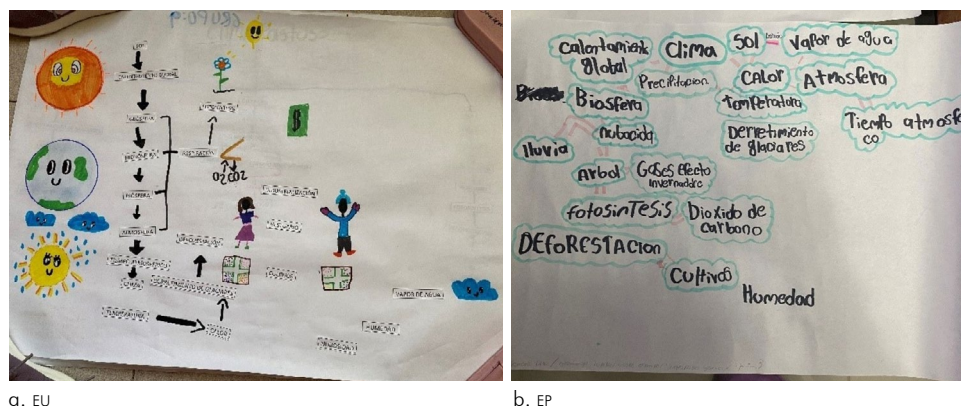
Figura 2. Clasificación de estructura y contenido semántico de mapas conceptuales.

MC		Aproximación cualitativa
Estructura/ topología	A	Longitud del concepto.
	B	Palabras de enlace.
	C	Grado de ramificación.
	D	Profundidad jerárquica.
	E	Enlaces cruzados.
Contenido semántico	F	Calidad de los conceptos.
	G	Enlace para proposiciones.
	H	Proposiciones (acierto – error).

Fuente: Lopera y Bolívar (2016).

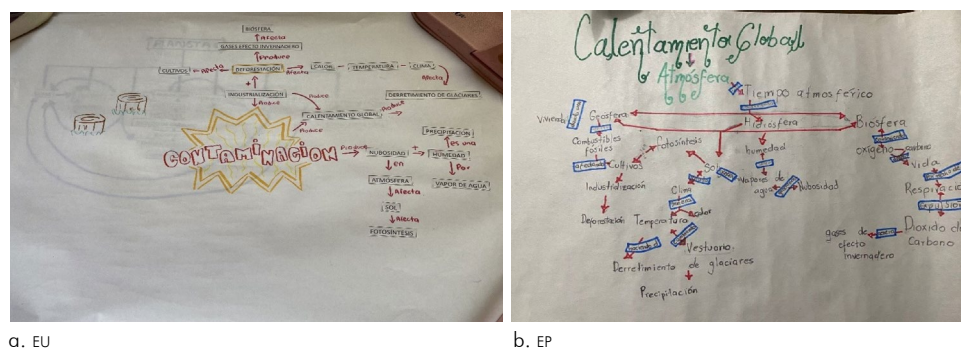
Escribir la palabra de enlace para darle sentido a la oración al unir los conceptos fue el ítem que presentó mayor dificultad. Algunos optaron por no usar palabras de enlace (Figura 3), lo que impidió plantear proposiciones entre conceptos; en otros casos, utilizaron palabras de enlace para relacionar todos los conceptos, pero usaron la misma palabra de enlace (se da, influye, es) en más de la mitad de los conceptos. En otros equipos, se usaron palabras que permitieron la formación de proposiciones (Figura 4).

Figura 3. Mapas conceptuales sin palabras de enlace a. Estudiantes liceo de la Universidad (EU). b. Estudiantes IE la Paz (EP)



Fuente: imágenes realizadas por los estudiantes.

Figura 4. Mapas conceptuales usando palabras de enlace a. EU b. EP



Fuente: imágenes realizadas por los estudiantes.

Los estudiantes escogieron autónomamente la raíz principal del mapa atendiendo al tema del sistema climático. En las dos instituciones se presentaron resultados similares, siendo el concepto más frecuente “calentamiento global” con el 50% de los casos, seguido por “sol” con el 16,7%. Otras palabras raíz usadas fueron “destrucción del planeta” (6%), “planeta” (6%), “clima” (6%), “contaminación” (6%) y “cc” (6%). Los estudiantes no relacionan los conceptos propuestos con el sistema climático.

Conclusiones

En los conocimientos previos del fenómeno del CC no se identificaron diferencias entre el lugar de procedencia de las instituciones educativas. Es posible que la difusión por medios de comunicación esté vinculada con las concepciones que los estudiantes han construido sobre el fenómeno.

Las expresiones de los estudiantes revelan que el fenómeno es un tema presente en su cotidianidad, aunque se percibe confusión entre los conceptos CC, calentamiento global y GEI. A pesar de estas confusiones, los estudiantes demuestran sensibilidad hacia la problemática global del CC, lo que revela una base para desarrollar estrategias educativas que aborden estas confusiones y fortalezcan la comprensión del sistema climático.

Dentro de las dificultades, surge la necesidad de familiarizar a los estudiantes con conceptos como tiempo atmosférico y clima; esto podría ayudar en su diferenciación y posterior decisión de actuar para mitigar los daños, ya que se estima que se requieren por lo menos tres décadas para que el clima cambie y cualquier decisión y acción se necesita lo más pronto posible para que funcionen a largo plazo (Cartwright *et al.*, 2021). Los estudiantes desconocen el efecto invernadero y los GEI como fundamentales para la vida; conocer su mecanismo de acción y sus interacciones con los sistemas de la Tierra facilitará reconocer su importancia en la diversidad, en la supervivencia y en las predicciones de sus alteraciones (García-Vinuesa *et al.*, 2022).

Al no reconocer los GEI, tampoco relacionan al CO₂ como insumo para la alimentación de las plantas y, por ende, como facilitador del equilibrio climático (Roychoudhury *et al.*, 2017). La comprensión del ciclo natural del carbono permite elaborar propuestas de mitigación del fenómeno a través de acciones de reforestación y aforestación.

Entre las fortalezas reveladas en el estudio, los estudiantes reconocen la intervención del ser humano en la alteración climática y las consecuencias que estas acarrea. Estos hallazgos pueden llevar a una mayor conciencia de responsabilidad individual y colectiva y motivar el inicio de prácticas sostenibles para promover cambios positivos en el entorno. Por otro lado, invitan a profundizar el reconocimiento de las causas para plantear posibles soluciones.

Para los docentes, reconocer estas concepciones, permite seleccionar y diseñar actividades que respondan a las necesidades de los estudiantes, tomando en cuenta sus raíces culturales y sociales y situándolos en la realidad actual. Esto contribuye a la formación de una visión más crítica y reflexiva. Para lograrlo, se requieren diversas estrategias y herramientas didácticas de enseñanza enfocadas en una participación activa del estudiante. Estas deben potenciar su curiosidad, ampliar la percepción y representación del mundo, fomentar la interacción social y mejorar su comunicación con un lenguaje propio de las ciencias, aprovechando los recursos de comunicación verbales o visuales presentes en su contexto que favorezcan la construcción de sus conocimientos. Así, los estudiantes pueden comprender el clima como un sistema que interactúa constantemente y que se necesitan acciones urgentes para contrarrestar o minimizar lo que se está viviendo en la actualidad y que ellos son también convocados a modificar sus acciones y pensamiento ante esta crisis climática.

Las categorías del sistema climático seleccionadas para grado séptimo, si bien no están incorporadas en los estándares curriculares actuales incluyen algunos conceptos clave relacionados con el sistema climático, como los ciclos biogeoquímicos y la fotosíntesis. Por lo tanto, es necesario ampliar su alcance para integrar de manera explícita las demás categorías fundamentales para la comprensión

del cambio climático. Además, los hallazgos del estudio confirman la urgencia de abordar las confusiones conceptuales presentes en los conocimientos previos de los estudiantes, con el fin de fortalecer una comprensión holística del sistema climático que sustente acciones educativas orientadas a la mitigación del fenómeno.

Para lograrlo, es fundamental un diseño educativo efectivo que no solo se alinee con el desarrollo cognitivo de los estudiantes, sino que también integre referentes educativos clave y su contexto, logrando así una mayor coherencia y comprensión. Esto permitirá formar los estudiantes para entender mejor el sistema climático y sus implicaciones en la vida cotidiana y en el futuro del planeta.

Referencias

- Arttime, M. (2015, noviembre 30). Seis razones por las que los científicos están seguros del cambio climático. *Maikelnai's blog*. <https://maikelnai.naukas.com/2015/11/30/seis-razones-por-las-que-los-cientificos-estan-seguros-del-cambio-climatico/>
- Cartwright, T. J., Hemler, D. y Magee, P. A. (2021). Investigating Weather, Climate, and Climate Change Understanding of Appalachian Middle-Level Students. *Electronic Journal for Research in Science y Mathematics Education*, 25(2), 6-29. <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/20984>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71. <https://www.redalyc.org/pdf/299/29900107.pdf>
- García-Rodeja, I. y Lima, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias.*, 3(30), 195-218. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285690>
- García-Vinuesa, A., Meira, P. Á., Caride, J. A. y Bachiorri, A. (2022). El cambio climático en la educación secundaria: Conocimientos, creencias y percepciones. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 40(2), 25-48. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3526>
- Henao, S. (2008, marzo 10). La altitud y los pisos térmicos [Blog]. *Instancia tecnológica*. <https://tecnolgiawebquestshm.blogspot.com/2008/03/que-son-los-pisos-termicos-los-pisos.html>
- Lopera-Pérez, M. y Bolívar, S. (2018). Itinerario para la construcción y autoevaluación de mapas conceptuales transdisciplinarios: El caso del cambio climático. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED, Memorias VIII Congreso Internacional sobre formación de profesores de ciencias*. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/8974>

- Lopez-Rey, D. (2021). Un nuevo estudio avala que los pastizales retienen más CO₂ que los bosques. Meteorología. Lucha contra el cambio climático [Canal]. Canal Extremadura. <http://www.canalextramadura.es/noticias/meteorologia/un-nuevo-estudio-avala-que-los-pastizales-retienen-mas-co2-que-los-bosques>
- Martínez, J. A. (2009, marzo 20). La belleza de nuestro planeta, los océanos y continentes [Blog]. Océanos y continentes. <https://oceano-sycontinentesjoantonio.blogspot.com/2009/>
- Medellín turístico. (2021, marzo 20). Estos climas están como raritos [Red social]. Facebook. https://www.facebook.com/MedellinTuristico/photos/a.500612986718078/3719657678146910/?type=3y_rdr
- Molina, P. (2011, junio 13). ¡El clima está loco! [Blog]. *Creando conciencia crítica*. <https://creandoconcienciacritica.blogspot.com/2011/06/el-clima-esta-loco.html>
- Pearson, C. (2008, abril 30). How methane affects history? [Blog]. *The role of chemistry in history*. <https://itech.dickinson.edu/chemistry/?p=866#more-866> (2008)
- Perales, F. J. y Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 369-386. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3954>
- Roychoudhury, A., Shepardson, D. P., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J. y Top, S. (2017). *The Need to Introduce System Thinking in Teaching Climate Change*. 25(2), 9. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1132081.pdf>
- Sexton, S. (2020). Meaningful Learning-David P. Ausubel. En B. Akpan y T. J. Kennedy (Eds.), *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9>
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos* (Morata). Gobierno de España. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf
- Toté. (2018, junio 26). El puesto de pesca de Anuk, el esquimal. El cambio climático en viñetas [Blog]. *Elcomic*. <https://elcomic.es/el-cambio-climatico-en-vinetas/>
- Tunéz, A. L. (2018, marzo 15). O planeta está aqueciendo ou resfriando? [Blog]. *Tunes Ambiental*. <https://tunesambiental.com/o-planeta-esta-quecendo-ou-resfriando/>
- You, H. S., Delgado, C. y Deatley, K. (2021). Experts' Model-Based Reasoning and Interdisciplinary Understanding of Carbon Cycling. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(2), 562-579. <https://doi.org/10.46328/ijres.1494>



Educación en la universidad para el cambio climático: ¿qué piensan los estudiantes?

- Educating at the University for Climate Change: What Do Students Think?
- Educar na universidade para as mudanças climáticas: o que pensam os estudantes?

María Mercedes Callejas-Restrepo*  
Marco Tulio Espinosa-López**  

Forma de citar este artículo:

Callejas-Restrepo, M. M. y Espinosa-López, M. T. (2025). Educar en la universidad para el cambio climático: ¿qué piensan los estudiantes? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 88 - 103. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22541>

Resumen

El proceso de construir conocimientos y capacidades para hacer frente al cambio climático que se plantea en la meta 13.3 del ODS Acción Climática muestra las ventajas de una mayor integración de las cuestiones climáticas en los currículos y los programas de formación en la universidad. En este artículo se presentan los resultados de la primera fase de una investigación orientada a identificar con estudiantes de diferentes facultades y programas, sus concepciones y prácticas cotidianas y sensibilizar frente al tema del cambio climático y la influencia en sus vidas. Participaron 136 estudiantes de los programas de Ciencias Agropecuarias, Enfermería, Ciencias Ambientales e Ingeniería Geográfica y Ambiental en un taller cuyo propósito fue generar la reflexión de los estudiantes sobre el cambio climático y promover el debate sobre las consecuencias de las acciones humanas que contribuyen a él. Escribieron en total 767 palabras, las más frecuentes están asociadas a efectos, causas y soluciones, y dan cuenta de la información que los estudiantes manejan sobre las causas y los riesgos del cambio climático. Son muy críticos con las acciones humanas que consideran están contribuyendo a generar un exceso de gases de efecto invernadero e intensifican su efecto, les preocupa la contaminación y la pérdida de la biodiversidad y reconocen los efectos de la globalización.

Palabras clave

cambio climático; educación; universidad; estudiante; pensamiento crítico

* Magíster en Educación, Coordinadora Postgrados en Educación, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Educación, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia, mcallejas@udca.edu.co

** Magíster en Ciencias Ambientales, Profesor Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Ciencias Ambientales, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia, maespinosa@udca.edu.co

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 06/12/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

The process of building knowledge and capacities to address climate change, as outlined in Target 13.3 of the SDG Climate Action goal, highlights the advantages of greater integration of climate-related issues into university curricula and training programs. This article presents the results of the first phase of a research project aimed at identifying students' conceptions and everyday practices across various faculties and programs, and raising awareness about climate change and its impact on their lives. A total of 136 students from programs in Agricultural Sciences, Nursing, Environmental Sciences, and Geographical and Environmental Engineering participated in a workshop designed to prompt reflection on climate change and foster debate around the consequences of human actions contributing to it. The students collectively wrote 767 words, with the most frequent terms associated with effects, causes, and solutions—revealing the level of information students hold regarding the causes and risks of climate change. They expressed strong criticism of human activities that contribute to the excessive emission of greenhouse gases and intensify their effect, voiced concern over pollution and biodiversity loss, and acknowledged the impact of globalisation.

Keywords

climate change; education; university; student; critical thinking

Resumo

O processo de construção de conhecimentos e capacidades para enfrentar as mudanças climáticas, conforme proposto na meta 13.3 do ODS Ação Climática, evidencia as vantagens de uma maior integração das questões climáticas nos currículos e programas formativos das universidades. Este artigo apresenta os resultados da primeira fase de uma pesquisa voltada a identificar, com estudantes de diferentes faculdades e cursos, suas concepções e práticas cotidianas, além de sensibilizá-los frente ao tema das mudanças climáticas e sua influência em suas vidas. Participaram 136 estudantes dos cursos de Ciências Agrárias, Enfermagem, Ciências Ambientais e Engenharia Geográfica e Ambiental em um workshop com o objetivo de promover a reflexão sobre as mudanças climáticas e fomentar o debate sobre as consequências das ações humanas que contribuem para esse fenômeno. Os estudantes escreveram, ao todo, 767 palavras, sendo que as mais frequentes estavam relacionadas a efeitos, causas e soluções, refletindo o nível de informação que possuem sobre as causas e os riscos das mudanças climáticas. Demonstraram uma postura bastante crítica em relação às ações humanas que consideram responsáveis pela emissão excessiva de gases de efeito estufa e pela intensificação de seus impactos, expressaram preocupação com a poluição e a perda da biodiversidade, além de reconhecerem os efeitos da globalização.

Palavras-chave

mudanças climáticas; educação; universidade; estudante; pensamento crítico

Introducción

El cambio climático es uno de los desafíos más apremiantes que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. A medida que las emisiones de GEI aumentan, debido a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, los impactos del cambio climático se hacen cada vez más evidentes en todo el mundo. Estos impactos incluyen el aumento de las temperaturas globales, el derretimiento de los glaciares, la acidificación de los océanos, eventos climáticos extremos más frecuentes y la pérdida de biodiversidad, entre otros (MADS, 2023, p. 12).

Frente a esta realidad, las universidades tienen un potencial inigualable para educar a los estudiantes sobre cuestiones relacionadas con el cambio climático y para involucrarlos activamente en asuntos climáticos, como ciudadanos y como personas influyentes de futuras profesiones (Leal Filho *et al.*, 2023). Enfrentar el cambio climático tiene como reto construir nuevas maneras de valorar, relacionarse y comprometerse con el planeta y con la sociedad entera, para lograr las adaptaciones a los impactos negativos del cambio climático y la variabilidad climática.

Para UNESCO (2022), “la educación puede tener como objetivo enseñarnos a vivir en armonía dentro de nuestros límites planetarios, como parte de un ecosistema compartido” (p. 1). La SEGIB (2018), al estudiar el papel de la Universidad Iberoamericana, resalta la necesidad de comprometerse con valores que resultan esenciales y están centrados en la necesidad de asumir la responsabilidad compartida frente a problemas que afectan al mundo de hoy. De igual manera, debe replantear los procesos de formación de estudiantes y docentes,

dar mayor importancia a los enfoques sistémicos e interdisciplinarios, a la preparación para el tratamiento de problemas comple-

jos, al fomento del pensamiento crítico, a la orientación hacia la transformación y la mejora de la vida de las personas, al despliegue de una visión más estratégica, al estímulo de las actitudes y aptitudes para la colaboración con agentes diversos. (p. 6)

En este sentido, la universidad debe realizar importantes cambios para que pueda cumplir eficazmente con su papel en apoyo de la Agenda 2030, y se convierta en un actor clave frente a los desafíos del cambio climático al fomentar el desarrollo de las capacidades de estudiantes y profesionales y empoderar y movilizar a los jóvenes (SDSN Australia/Pacific, 2017).

Es necesario lograr una mejor comprensión de la importancia de la educación sobre el cambio climático para generar los cambios que permitan su integración en los currículos en el marco de la educación para la sostenibilidad. El desafío es que los estudiantes aprendan sobre las herramientas de adaptación y mitigación del cambio climático, en el programa en el cual se forman en la universidad. Para ello, es crucial el papel de las universidades responsables de la formación científica, la producción y apropiación social de conocimientos y su aplicación a la resolución de problemas sociales, culturales, ambientales y económicos.

En esta perspectiva, hay un reto para las universidades: ¿Cómo integrar la educación sobre el cambio climático en los currículos de formación científica y profesional? ¿Estamos preparados los profesores para educar sobre el cambio climático? ¿Qué saben nuestros estudiantes sobre el cambio climático?

Antecedentes

La importancia de la educación para hacer frente a la emergencia climática ha sido reconocida en políticas y acuerdos en las Conferencias de las Partes (COP) que se celebran anualmente sobre el cambio climático. En la 21ª Conferencia

de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas, el Artículo 12 del Acuerdo de París sobre cambio climático, plantea que las Partes deberán cooperar para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático (COP 21. Acuerdos París, 2015).

Este artículo continúa siendo referente y compromiso para los países, y es importante señalar la participación de los jóvenes en la COP 27 (2022), desarrollada en Egipto, donde UNESCO organizó un diálogo entre representantes de los jóvenes y ministros de Medio Ambiente y de Educación con motivo del Día de la Juventud, para abordar las necesidades y demandas de los jóvenes en materia de educación sobre el cambio climático. El diálogo tuvo como referente la publicación titulada “Los jóvenes exigen una educación de calidad sobre el cambio climático” (UNESCO, 2023). Uno de los objetivos propuestos en el diálogo fue motivar a los países a garantizar “que la educación de calidad sobre el cambio climático, tal y como demandan los jóvenes, se incorpore como un componente básico del plan de estudios para 2025” (UNESCO, 2022, p. 2).

Por otra parte, la investigación acerca de la educación sobre el cambio climático en la universidad muestra la relevancia del tema desde diferentes perspectivas, que abordan tanto las creencias y concepciones de los estudiantes como su inclusión en el currículo y la formación de los docentes.

Mochizuki y Bryan (2015) abogan por que se enseñe el Cambio Climático (CC) dentro de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS):

El CC tiene repercusiones de gran alcance para que las personas puedan establecerse, cultivar alimentos, mantener la infraestructura construida y confiar en los ecosistemas que funcionan. Por lo tanto, aborda múltiples aspectos del desarrollo sostenible, que van desde el desplazamiento humano a la seguridad alimentaria, el crecimiento económico y la pérdida de biodiversidad. Dado que el CC abarca factores ambientales, políticos, sociales y económicos, el marco holístico de la EDS es un marco óptimo para el avance de la educación sobre el CC. (p. 9)]

Molthan-Hill *et al.* (2019) resaltan la importancia del papel de las universidades en la educación sobre el cambio climático en la medida que los futuros líderes que se están formando podrán tomar decisiones desde una posición informada e incorporar herramientas de mitigación del cambio climático en su trabajo y en su vida privada. Este artículo ofrece un análisis sobre cómo las Instituciones de Educación Superior en 45 países se acercan a la educación para el cambio climático y proporciona un marco conceptual para explorar cómo lo están incorporando en sus planes de estudio. Un enfoque común y conocido ha sido ofrecer programas especializados y módulos electivos a los estudiantes que los eligen. Sin embargo, cada estudiante debe saber acerca de las herramientas de mitigación del cambio climático ya sea en la ley, los negocios, la química o cualquier otra disciplina. Por lo tanto, las universidades podrían decidir integrar el cambio climático en los planes de estudio.

Un trabajo realizado en Vanderbilt University por Hess y Collins (2018) sobre el tratamiento del cambio climático en la educación superior, plantea que la información errónea generalizada sobre el cambio climático podría reducirse si las universidades incluyeran el tema en el plan de estudios de educación general. Analizan el plan de estudios “básico” en las cien mejores universidades y escuelas de artes liberales en los Estados Unidos para evaluar la proporción de cursos básicos que destacan el cambio climático o la ciencia del clima. La probabilidad de que un estudiante tome al menos un curso de cambio climático a través del plan de estudios básico se estima en 0,17 en todas las escuelas. La probabilidad es mayor en las universidades de investigación que en las universidades de artes liberales, en los programas básicos que tienen más cursos de ciencias y ciencias sociales, y en las universidades públicas en estados con una legislatura controlada por los demócratas que en estados con una legislatura dividida o controlada por los republicanos. Con base en casos de mejores prácticas en los Estados Unidos, identificados a partir del conjunto de datos, los autores discuten estrategias que podrían asegurar una mayor probabilidad de que el plan de estudios básico incluya educación sobre ciencia del cambio climático.

En relación con las creencias de las personas, Hess y Makin (2019) examinan dos mecanismos para el bajo efecto de la educación universitaria en las creencias climáticas para los conservadores: sesgo de exposición selectiva (los estudiantes evitan los cursos que desafían sus creencias) y la resistencia a cambiar de creencia (los estudiantes rechazan o filtran la información que es incompatible con su orientación política). Destacan que aproximadamente un tercio de los estudiantes conservadores que tomaron un curso universitario con contenido sobre cambio climático

pasaron del escepticismo inicial o la incertidumbre a una creencia más segura y que una educación climática en un plan de estudios básico, permite que los estudiantes puedan superar el sesgo de exposición selectiva y la resistencia al cambio de creencias.

En el campo de las estrategias utilizadas por los docentes para la enseñanza de temas como el cambio climático, un estudio realizado en Australia por Tomas *et al.* (2019) en el primer año de la asignatura de educación en ciencias y sostenibilidad, muestra que el apoyo a los docentes en formación para satisfacer las demandas conceptuales de comprender importantes desafíos socio ecológicos como el cambio climático o la biodiversidad, es un aspecto clave de la práctica docente. En este estudio de caso, exploraron cómo un aula invertida apoyó la participación y el aprendizaje de los estudiantes a través de una encuesta de fin de semestre y un relato narrativo de las experiencias, como educadores, aplicando las estrategias de aprendizaje activo en clase.

Una investigación realizada en Austria en diferentes instituciones (Keller *et al.*, 2019) presenta cómo la Educación para el Cambio Climático (CCE) desempeña un papel cada vez más importante en relación con una transformación social integral hacia un mundo sostenible. La creación de entornos de aprendizaje ESD/CCE y la entrega de evidencia científica para su éxito se ha convertido en un desafío vital para cumplir con las altas expectativas. En este estudio longitudinal, basado en el proyecto de investigación kidZ21 —competente para el futuro— entregaron evidencia científica del éxito de CCE cuando se basa en teorías constructivistas transdisciplinarias y/o moderadas, y mostraron que el impacto es aún mayor cuando ambos enfoques son en conjunto. Los datos presentados provienen de encuestas y pruebas científicas, que involucraron a 343 adolescentes antes y después de la colaboración

intensiva con un gran número de expertos, incluidos científicos de renombre del cambio climático.

Leal Filho *et al.* (2018) publican un artículo sobre la investigación en cambio climático en las universidades y realizan un estudio teórico y empírico sobre las barreras que surgen en las investigaciones, las cuales pueden ser institucionales o estar relacionadas con la naturaleza de la investigación. Plantean la necesidad de nuevos enfoques intertransdisciplinarios para la investigación y la enseñanza del cambio climático y señalan las oportunidades para vencer las barreras y ser más efectivas las instituciones en la inclusión del tema: “La educación y la investigación educativa han de tener un papel relevante dadas las exigencias que las sucesivas declaraciones de emergencia climática van a proyectar sobre los procesos y los recursos educativos formales y no formales” (González, Meira y Gutiérrez, 2020, p. 855). Al respecto, analizan el proyecto “Respuestas educativas y sociales contra el cambio climático” (Resclima), liderado por la Universidad de Santiago de Compostela, que realizó estudios comparativos entre España, México, Portugal, Brasil e Italia, con población de estudiantes universitarios y de secundaria.

Fuertes *et al.* (2020) proponen una competencia en Cambio Climático y el desarrollo de una herramienta de evaluación de un sistema educativo, que evidencie el grado de ajuste y las capacidades de un currículo dado para entender el Cambio Climático. Para ello toman como referente los documentos que fundamentan el Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), los cuales describen las consideraciones éticas y sociales detrás de la creación del IPCC y el tratado de la CMNUCC que son un consenso mundial y deberían incluirse en el currículo. Un ejemplo de las cuestiones éticas que consideran puede incluirse es el siguiente:

El clima es una preocupación común para la humanidad; el origen de las emisiones está principalmente en los países desarrollados, pero los países en desarrollo aumentarán para satisfacer sus necesidades sociales; se necesita la más amplia cooperación de acuerdo con su responsabilidad común pero diferenciada y la necesidad de proteger el clima para las generaciones futuras. (pp. 10-11)

El análisis propuesto con base en categorías construidas a partir de los informes del IPCC permite reconocer la complejidad del campo de estudio del cambio climático y ser utilizado como herramienta de evaluación de las oportunidades y desafíos de un currículo para lograr la Competencia Climática propuesta.

Porras y Pérez (2022) indagaron las representaciones sociales sobre cambio climático de estudiantes de la universidad que se forman como maestros de Biología y encuentran que el 42 % de los participantes “atribuyen como causa del cambio climático la intervención humana, asociando transformaciones en la dinámica planetaria, particularmente el impacto negativo en los sistemas ecológicos, que compromete la supervivencia de especies y ecosistemas” (p. 12).

En este sentido, el informe del IPCC (2023) señala:

Las actividades humanas, principalmente a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, han inequívocamente causado el calentamiento global, con una temperatura superficial global que alcanzó 1,1 °C por encima de 1850-1900 en 2011-2020. Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero han seguido aumentando, con contribuciones históricas y actuales derivadas del uso no sostenible de la energía, el uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra, estilos de vida y patrones de consumo y producción en todas las regiones, entre países y dentro de ellos, y entre individuos. (p. 4)

Estas investigaciones muestran la importancia de incluir en los currículos de formación en la universidad la educación sobre el cambio climático, con el propósito de generar en los estudiantes comprensión sobre los efectos de las acciones humanas en las emisiones de gases de efecto invernadero y propiciar el ser conscientes de un problema global que compromete a todas las personas pues afecta la calidad de vida del planeta y las opciones de supervivencia de los seres vivos que lo habitamos.

Marco teórico

Para UNESCO (2017), “la educación es un factor clave que prepara las sociedades para el cambio global. Desempeña un papel fundamental para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible y poner en práctica un acuerdo global sobre el cambio climático” (p. 2).

Lo anterior implica dar voz, en la educación, a los estudiantes en temas esenciales para su formación que fortalezcan la pertinencia de los currículos. El estudio realizado por Mareque *et al.* (2024) indaga sobre las

percepciones de los estudiantes universitarios acerca de sus necesidades de formación como ciudadanos globales, la cual debe incluir conocimientos, habilidades y valores que los preparen para asumir las responsabilidades en la construcción de un mejor futuro. Entre los temas abordados está el cambio climático y cómo perciben los estudiantes las actividades formativas que les propone la universidad.

Al pensar en la enseñanza del cambio climático, la propuesta del informe Delors con los cuatro pilares de la educación (1996), nos invita a proponer estrategias para favorecer:

Aprender a conocer: los estudiantes deben comprender las causas y consecuencias del cambio climático, así como las herramientas de mitigación y adaptación. *Aprender a hacer:* los estudiantes necesitan desarrollar habilidades transversales, comprender sistemas e imaginar diferentes soluciones y escenarios futuros. *Aprender a ser:* cómo sobrellevar las emociones propias, poder adaptarse rápidamente a diferentes situaciones y contextos de aprendizaje y reconocer un marco de valores para el desempeño en las profesiones. *Aprender a Convivir:* Crear Comunidades de aprendizaje que propicien el diálogo, la colaboración y valoren la diversidad cultural y social.

En esta perspectiva, avanzar hacia el logro del ODS 13 implica realizar acciones urgentes para reducir el cambio climático y sus efectos y fortalecer en las personas la adaptación y la resiliencia para responder a los desastres naturales ocasionados por el que las ponen en peligro (SDSN Australia/Pacific, 2017). Por ello, se propone

mejorar la educación y la concienciación sobre el cambio climático al tiempo que se aumenta la capacitación de las personas y las instituciones para hacerle frente, especialmente mediante la adopción de

medidas concertadas de adaptación y mitigación, y la interpretación de las señales de alerta temprana. (Leal Filho *et al.*, 2023a, p. 1)

El desafío es lograr que los jóvenes se formen como agentes de cambio, capaces de generar y aplicar conocimientos para la resolución de los problemas que enfrentan nuestras sociedades en las dimensiones económica, política, social y ambiental, desde una perspectiva holística, compleja y enfocada al cambio social. Se trata de una formación orientada hacia la acción, con enfoques pedagógicos que fomenten la colaboración, la participación y la creación de alianzas. (Sánchez Gutiérrez, 2018, p. 32)

En otra perspectiva, Carriazo *et al.* (2024) consideran que

el relato sobre el cambio climático es una mezcla de mensajes que quizás no sean bien comprendidos y plantean desde la enseñanza de la química, conocer las ideas de los estudiantes respecto al CO₂ y su papel en el cambio climático. (p. 3)

La experiencia propuesta a los estudiantes, los materiales utilizados en el laboratorio y las discusiones sobre temas relacionados les permiten proponer la incorporación de los temas de cambio climático y calentamiento global en los currículos de formación en la universidad.

La importancia del tema para la investigación educativa es visible en los números especializados de las Revistas y los artículos publicados. Al respecto, Mckenzie *et al.* (2023) plantean en el Editorial de la Revista *Research in Education*:

Dado que el cambio climático provocado por el hombre es uno de los contextos educativos que definen el siglo XXI, nos planteamos a nosotros mismos y a nuestra comunidad de investigación educativa la siguiente pregunta: ¿Cuál es el papel de la educación y la investigación educativa cuando intentamos “cultivar sistemas educativos equitativos” en un mundo dominado por el colapso climático y las emergencias relacionadas? Sugerimos que nuestra comunidad académica examine los sistemas e ideologías responsables del cambio climático: la supremacía humana, el colonialismo, el capitalismo, la industrialización y la supremacía blanca, entre otros. La perpetuación de estas ideas a través de instituciones y prácticas educativas es una parte importante del problema que ha conducido al actual cambio climático. (p. 5)

Frente a este desafío, Guzmán-Hennessey (2024) considera que para hacer frente a la crisis y propiciar la transformación “se requiere una intervención de gran alcance sobre aspectos de la cultura y del pensamiento humano” (p. 48). Por ello, la educación debe cambiar su mirada lineal y fragmentada por una visión compleja del futuro, favorecer un aprendizaje integral a partir de reconocer las problemáticas sociales y ambientales y ofrecer una educación para la vida que valore las relaciones con todas las formas de vida y fortalezca la participación y el trabajo colaborativo.

El informe del IPCC (2023) invita a ver que hay muchas opciones disponibles para reducir las emisiones, entre las cuales están los cambios de comportamiento y estilo de vida, con beneficios para el bienestar social de las personas. En este sentido, la educación juega un papel fundamental al propiciar aprendizajes cognitivos, socioemocionales y conductuales.

Las sociedades necesitan la experiencia de profesionales que hayan realizado estudios académicos que incluyeron en sus currículos el cambio climático, es importante que los graduados tengan una comprensión básica del clima, para que en su trabajo utilicen estrategias y herramientas de adaptación y mitigación al cambio climático. También como ciudadanos, podrán tomar decisiones informadas sobre el impacto ambiental que producen sus estilos de vida y prácticas de consumo.

Metodología

Este artículo presenta los resultados del primer objetivo propuesto para el proyecto de generar un proceso reflexivo en estudiantes de diferentes facultades y programas de la Universidad que permitiera identificar sus concepciones y prácticas cotidianas y sensibilizar frente al tema del cambio climático y la influencia en sus vidas. Se enmarca en una perspectiva cualitativa y propone para el diagnóstico la realización de análisis críticos y auto críticos de las actividades humanas responsables del cambio climático y la necesidad de incluir en los currículos de formación en la universidad enfoques y estrategias para la acción climática.

En esta primera fase participaron 136 estudiantes de los programas de Ciencias Agropecuarias, Enfermería, Ciencias Ambientales e Ingeniería Geográfica y Ambiental. La técnica privilegiada para evaluar los conocimientos y el compromiso de estudiantes de la universidad sobre el cambio climático fue un taller

que realizaron los profesores que aceptaron participar en el proyecto y dieron su consentimiento informado. Se desarrolló en espacios de clase relacionados con temas de ambiente, salud y geografía, lo cual dio la oportunidad de involucrar estudiantes de diferentes semestres y áreas de conocimiento.

El propósito del taller fue generar la reflexión de los estudiantes sobre sus concepciones y estilos de vida, promover el pensamiento crítico y sensibilizar frente al tema del cambio climático y el impacto en sus vidas y se desarrolló con varias actividades:

1. Conferencia "Cambio climático, la otra pandemia" a cargo del Dr. Fernando Valladares: <https://www.youtube.com/watch?v=wyr57B0zw5M>
2. Reflexión sobre el fenómeno del cambio climático, los hábitos y formas de relacionarse con la naturaleza:
 - Escribieron palabras relacionadas con Cambio Climático.
 - Eligieron dos o tres categorías para agruparlas.
 - Propusieron un significado que expresara su forma de pensar el cambio climático.
3. Socialización y reflexión colectiva. Compartieron los escritos de las actividades realizadas.

La conferencia revisa una de las principales amenazas a nuestra salud: el cambio climático. Analiza desde nociones básicas hasta argumentos para explicar a los que dudan de que los humanos estemos calentando la atmósfera, los impactos y las razones económicas para mitigar el cambio climático. Realiza un repaso reflexivo a la importancia de establecer conexiones entre conceptos, procesos y fenómenos observados, y de establecer prioridades a la hora de posicionarnos y pasar a la acción.

Es una mirada breve a la percepción del cambio climático por las personas y a la utilidad de las cumbres del clima para concluir que tenemos un gran trabajo colectivo frente a nosotros: atenuar nuestra huella ambiental en el planeta: Por nuestro propio bien, por nuestra salud (Cambio climático - Fernando Valladares).

El análisis de la información obtenida se realizó con base en la frecuencia de las palabras escritas que asociaron al cambio climático, la cual expresa la importancia que le dan de acuerdo con su nivel de conocimiento y las categorías que eligieron para agruparlas. Con ellas se realizó una tabla de frecuencias con las palabras que mayor número de veces escribieron. Los significados fueron analizados cualitativamente en relación con las palabras que priorizaron.

Resultados

Los 136 estudiantes que participaron en el Taller escribieron 767 palabras, de las cuales se identificaron las más importantes por el mayor número de veces que fueron escritas. En la Tabla 1 se muestran las palabras ordenadas de acuerdo con la mayor frecuencia. Este análisis cuantitativo permitió identificar la importancia que los estudiantes dieron a determinadas palabras, las cuales asociaron posteriormente al elaborar un significado y debatir en grupo sobre el tema.

Tabla 1. Palabras asociadas con mayor frecuencia al cambio climático

1	Contaminación	2	Biodiversidad	3	Efecto invernadero
4	Calentamiento	5	Globalización	6	Combustibles fósiles
7	Consumismo	8	Acción humana	9	Dióxido de carbono
10	Mitigación	11	Enfermedades	12	Deforestación
13	Energía	14	Desastres	15	Reflexión
16	Naturaleza	17	Crisis ambiental	18	Inundaciones
19	Sequías	20	Bosques	21	Educación
22	Sociedad	23	Economía	24	Estilo de vida

Fuente: elaboración propia.

Las palabras más frecuentes están asociadas a efectos, causas y soluciones, dan cuenta de la información que los estudiantes manejan sobre las causas y los riesgos del cambio climático y son muy críticos con las acciones humanas que consideran están contribuyendo a generar un exceso de gases de efecto invernadero e intensifican su efecto. Les preocupa la contaminación y la pérdida de la biodiversidad y reconocen los efectos de la globalización. Las interpretaciones que construyen frente al tema los llevan a valorar los espacios de reflexión que les permiten cuestionar sus comportamientos y los que observan en procesos de industrialización.

Es interesante ver la coincidencia de las palabras mencionadas en la Tabla 1 con las reportadas en el artículo de Porras y Pérez (2022) sobre las que constituyen la representación social de cambio climático en un grupo de maestros en formación inicial en la universidad. Lo anterior puede asociarse a la información que se divulga en los medios, los reportes de las COP celebradas cada año y el mayor interés de los jóvenes por cuestionar y exigir soluciones a esta problemática.

Sin embargo,

La calidad de la educación actual sobre el cambio climático está en entredicho. El 70 % de los jóvenes que respondieron la encuesta de la UNESCO afirma que no puede explicar el cambio climático, o solo puede explicar los principios generales, o no sabe nada al respecto. (UNESCO, 2023, p. 3)

Esta es una situación que preocupa y sobre la cual se ha convocado a los países para que ofrezcan una educación integral sobre el cambio climático para todas las personas y en especial para los niños y jóvenes desde las instituciones educativas, que propicie la construcción de conocimientos, habilidades, valores y actitudes para abordar el cambio climático.

Los significados que elaboran los estudiantes sobre el cambio climático a partir de las palabras y su agrupación en categorías expresan diferentes visiones y complejidad en la explicación. Para varios grupos la responsabilidad está en las personas:

El cambio climático es la alteración en los sistemas climáticos planetarios, por causa de las acciones antrópicas, es una consecuencia directa del aumento de los gases de efecto invernadero. (Grupo 3)

Se podría definir como un conjunto de factores naturales y de intervenciones humanas, que a nivel macro pueden generar

cambios en el curso normal del estado del clima en el planeta. (Grupo 8)

Los actores principales de que esto esté sucediendo en estos momentos es por la irresponsabilidad del ser humano y la falta de información que este tiene. (Grupo 1)

El cambio climático es la consecuencia de miles de años de prácticas inadecuadas en la preservación del ambiente, tales como la tala de árboles, la explotación de combustibles, distribución inadecuada de residuos. (Grupo 11)

Estas ideas que cuestionan las acciones humanas que contribuyen al cambio climático, están de acuerdo con lo expresado en el informe del IPCC (2023).

En el Manifiesto elaborado por los jóvenes en el Youth4Climate (2021), realizado en Italia, previo a la COP 26, los jóvenes consideran que “son la generación más amenazada por el cambio climático y señalan que los esfuerzos para crear conciencia sobre los impactos del cambio climático son insuficientes” (p. 5).

En este sentido, los estudiantes de la universidad expresan:

Como seres humanos, es nuestro deber y nuestra responsabilidad defender el medio ambiente en el que estamos existiendo, debido a que está siendo azotado por distintas cuestiones como pandemias que amenazan la biodiversidad, contaminación causada por nosotros mismos, cambio climático de acumulación de gases efecto invernadero como el CO₂, causado también por nosotros lo humanos en una mayor parte por nuestras prácticas productivas. (Grupo 7)

Para los jóvenes es importante que se reconozca “el papel que desempeñan en la sensibilización y la prestación de soluciones innovadoras sobre cómo abordar el cambio climático y sus desafíos, así como la importancia

de participación real de los jóvenes en los procesos de toma de decisiones” (Youth4Climate, 2021, p. 5).

Para todo esto se debe hallar una solución la cual empiece por un tipo de campañas sociales, propagandas, una materia en la universidad independiente de la carrera con relación a esta situación que requiere atención y así se vaya incentivando la humanidad a cambiar el sistema ambiental y que cada país, familia o persona procure dar un apoyo para todos tener una calidad de vida mucho mejor sin contaminación, sin calentamiento global, sin “crisis económicas” y sin impactos que sigan dañando el planeta, es hora de detenernos para que los desastres sean menores y lograr una reducción del cambio climático. (Grupo 5)

En este punto es donde el hombre debe darle la importancia necesaria al cambio climático y aunque cambiar el pensamiento de las personas escépticas en su mayoría es casi imposible, no se puede negar que el cambio climático afecta la vida de todos, se crea o no en él, afectara a todas las personas por igual ya sea por enfermedades, factores ambientales o plagas que se generan, (Grupo 10)

Estas reflexiones de los estudiantes coinciden con las acciones clave propuestas en el Manifiesto de los jóvenes donde piden “integrar el aprendizaje sobre el cambio climático en los planes de estudios en todos los niveles mediante la introducción de elementos del cambio climático en los temas existentes” (Youth4Climate, 2021, p. 3).

Creo que cada persona debe de ser concientizada desde su casa que también el planeta es su casa también los humanos y los animales son su familia que debe cuidar el agua como fuente de vida de prioridad para cada ser viviente que convive con nosotros en este mismo y que cada vida es valiosa no solo por los que en este momento estamos sino también por aquellos que vienen en camino y JAMAS olvidar que estamos aquí para dejar una huella no para deteriorar a quien yo llamo la madre tierra. (Estudiante)

Deberían dar un espacio en las escuelas y universidades solo para hablar de este tema a fondo y así las futuras generaciones puedan entender desde el fondo que pasa o que podría llegar a pasar si no se comienza un cambio radical y no solo a los jóvenes, también deberían dar tutorías a los adultos ya que suelen ser ellos mismos los que más están maltratando al planeta. (Grupo 9)

La importancia de generar reflexión sobre las causas y las consecuencias del cambio climático es valorada por los estudiantes:

A pesar de que existen diversas causas que suelen generar el cambio climático, la amenaza constante que representa la humanidad para el planeta y los seres que lo habitan, radica principalmente en la facilidad de generar contaminación y dificultad en mantener una reflexión que aproveche las posibilidades de prosperidad del ecosistema que naturalmente podríamos tener, sin obligar a diversas especies de fauna y flora a emigrar para sobrevivir. (Grupo 2)

Cuando aceptamos que las actividades humanas son la principal causa del calentamiento global, entendemos los cambios por venir y los riesgos asociados a estos cambios, y que tomar medidas para abordar sus causas y reflexionar sobre esto está a nuestro alcance. (Grupo 4)

Es interesante leer en el manifiesto de los jóvenes el énfasis en la necesidad de trabajar para cumplir los objetivos del Acuerdo de París (2015) y fomentar el desarrollo de capacidades como comunidades o autoridades para anticipar desafíos futuros y trabajar para crear soluciones (Youth4Climate, 2021).

Necesitamos hacer una concientización a todo el mundo del riesgo y las implicaciones graves del cambio climático que de forma directa o indirectamente afecta en todas las amenazas que se irán presentando durante toda nuestra vida, debemos enseñarle a los que no lo saben la importancia por ejemplo de la Amazonía que nos ayuda a regular la temperatura del planeta. (Grupo 6)

Como reflexión, si no crees en el medio ambiente infórmate, mira estudios y estadísticas de como el planeta ha venido cambiando poco a poco y piensa en cómo te puede afectar a ti y a tus seres queridos en unos años. (Grupo 12)

La interpretación de los resultados obtenidos a través de la realización del taller, evidencian la importancia de generar estos espacios en la universidad, los cuales deben estar articulados a las áreas de conocimiento en las cuales se están formando los estudiantes como profesionales y ciudadanos. La reflexión realizada da cuenta de la preocupación y el compromiso de los jóvenes por las situaciones que están viviendo y valoran la necesidad de informarse y aprender para tomar decisiones en su estilo de vida.

Al respecto, plantea Reimers (2024): “Las universidades pueden influir en el cambio climático de muchas maneras: pueden educar a sus estudiantes al respecto; apoyar los esfuerzos de su profesorado para desarrollar nuevos planes de estudio y métodos de enseñanza, entre otras” (p. 180). En este proceso los profesores juegan un papel esencial que requiere fortalecer sus capacidades para incluir en los currículos la acción para el clima y llevarla a la práctica.

Conclusiones

La primera fase del proyecto muestra la importancia de generar en los estudiantes la reflexión sobre sus conocimientos acerca del cambio climático, en un proceso educativo que debe continuar con la inclusión del tema en los currículos de formación. La investigación reveló que los estudiantes de la universidad son conscientes del cambio climático y los riesgos asociados y consideran necesario propiciar a través de la educación sobre el cambio climático la construcción de conocimientos relevantes, habilidades, actitudes y valores para tomar decisiones y resolver problemas desde los campos profesionales en los cuales se están formando.

En la referencia de los jóvenes a las repercusiones del cambio climático, enfatizan los riesgos para la salud humana y los ecosistemas generados por acciones humanas que producen contaminación del aire y afectan la calidad de vida y el bienestar de todos los seres vivos, lo cual es una causa de las inequidades y las brechas sociales.

Para Meira *et al.* (2009), es “necesario ampliar el conocimiento sobre el ‘factor social’ y aplicarlo al diseño de políticas, programas y recursos de educación y comunicación sobre el cambio climático”, con el propósito de lograr actitudes y compromisos individuales y

colectivos en poblaciones informadas sobre la importancia de “mitigar los efectos” y “adaptarse a los cambios” generados por el cambio climático (p. 10).

En este sentido, los resultados muestran dos énfasis importantes: el primero es la consciencia que tienen los estudiantes de la universidad sobre los riesgos del cambio climático. El segundo es el desafío de las universidades al educar sobre los riesgos del cambio climático, incluirlos en los currículos de formación y propiciar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico para la toma de decisiones y la solución de problemas.

Para entender en su complejidad el sistema climático y sus implicaciones en las sociedades humanas es preciso dotar al alumnado de una mirada científica, económica y sociocultural que ha de ser cognitiva, pedagógica y axiológicamente abierta y multidimensional, además de crítica, para visibilizar las múltiples interacciones existentes en procesos que son social y científicamente controvertidos, complejos y dinámicos. (García Vinuesa, Carvalho y Meira Cartea, 2024, p. 153)

El llamado es para integrar en el aula problemas ambientales locales y regionales relacionados con el cambio climático lo cual implica una contribución significativa a la discusión sobre las relaciones naturaleza, sociedad, cultura y ambiente.

Referencias

- Carriazo J. G., Molina M. F. y Ordóñez O. (2024) Concepciones sobre el dióxido de carbono y su influencia en el cambio climático: intervención didáctica valorativa y experimental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21 (1), 1503. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1503
- COP 21. Acuerdos París. (2015). <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>
- Delors, J. (1996). *La Educación encierra un Tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional de Educación para el Siglo XXI*. UNESCO.
- Fuertes, M. Á., Andrés, S., Corrochano, D., Delgado, L., Herrero-Teijón, P., Ballegeer, A.-M., Ferrari-Lagos, E., Fernández, R. y Ruiz, C. (2020). Climate Change Education: A proposal of a Category-Based Tool for Curriculum. Analysis to Achieve Climate Competence. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 13. <https://doi.org/10.14201/eks.21516>
- García Vinuesa, A., Carvalho, S. y Meira Cartea, P. Á. (2024). Cambio climático en educación secundaria: la representación social del alumnado portugués. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(3), 139-157. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6059>

- González Gaudiano, E., Meira Cartea, P. A. y Gutiérrez, J. (2020) ¿Cómo educar sobre la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículum de emergencia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 843-872. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/269>
- Hess, D. J. y Maki, A. (2019). *Climate change belief, sustainability education, and political values: Assessing the need for higher-education curriculum reform*. *Journal of Cleaner Production*, 228, pp.1157-1166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.291>
- Hess, D. J. y Collins, B. M. (2018). Climate change and higher education: Assessing factors that affect curriculum requirements. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1451-1458. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.215>
- IPCC. (2023). Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.), *Climate Change 2023: Synthesis Report* (pp. 35-115). 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- Keller, L., Stötter, J., Kuthe, A., Körfgen, A., Oberrauch, A. and Hüfner, K. (2019). Changing climate change education: Exploring moderate constructivist and transdisciplinary approaches through the research-education co-operation k.i.d.Z.21. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28 (1), 35-43 <https://doi.org/10.14512/gaia.28.1.10>
- Leal Filho, W., Morgan, E., Godoy, E., Azeiteiro, U., Bacelar-Nicolau, P., Veiga Ávila, L., MacLean, C. and Hugé, J. (2018). Implementing climate change research at universities: Barriers, potential and actions. *Journal of Cleaner Production*, 170, 269-277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.105>
- Leal Filho, W., Yayeh Ayal, D., Wall, T., Shiel, C., Paco, A., Pace, P., Mifsud, M., Lange Salvia, A., Skouloudis, A., Moggi, S., LeVasseur, T., Vinuesa Antonio, G., Azeiteiro, U. M., Ioannis, N. and Kovaleva, M. (2023) An Assessment of Attitudes and Perceptions of International University Students on Climate Change. *Climate Risk Management*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100486>
- Leal Filho, W., Wall, T., Lange Salvia, A., Pimenta Dinis, M. A. and Mifsud, M. (2023a). The central role of climate action in achieving the United Nations' Sustainable Development Goals. *Nature Portfolio, Scientific Reports*, 13, 20582. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47746-w>
- Mckenzie, M., Henderson, J. y Nxumalo, F. (2023). Climate change and educational research: Mapping resistances and futurities. *Research in Education*, 117(1) 3-10. <https://doi.org/10.1177/00345237231203073>
- Mareque, M., De Prada, E. y Pino-Juste, M. (2024) Percepción del alumnado universitario sobre su necesidad formativa en diversidad y ciudadanía global. *Revista de Investigación en Educación*, 22(1), 108-125. <https://doi.org/10.35869/reined.v22i1.5185>
- Meira Cartea, P. A., Arto Blanco, M. y Montero Souto, P. (2009). *La sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la población española*. Fundación MAPFRE.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (2023). *Consideraciones de Cambio Climático para el Ordenamiento Territorial*. MADS.
- Mochizuki, Y. and Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4-26. <https://doi.org/10.1177/0973408215569109>

- Molthan-Hill, P., Worsfold, N., Nagy, G. J., Leal Filho, W. and Mifsud, M. (2019). Climate change education for universities: A conceptual framework from an international study. *Journal of Cleaner Production*, 226, 1092-1101 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.053>
- Porras, Y. y Pérez, R. (2022). Representaciones sociales del cambio climático en futuros profesores de Ciencias: Una mirada desde la perspectiva freireana. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 83-100. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-16470>
- Reimers, F.M. (2024). Educar a los estudiantes para la acción por el clima. *Perfiles Educativos*, XLVI (186), 170-181. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2024.186.62027>
- Sánchez Gutiérrez, G. (2018). *La formación para el desarrollo sostenible: Función esencial de la universidad* [Ponencia]. En *El papel de la Universidad Iberoamericana en la Agenda 2030*. AECID.
- SEGIB. (2018). *El papel de la Universidad Iberoamericana en la Agenda 2030*. AECID.
- SDSN Australia/Pacific. (2017). *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector*. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific.
- Tomas, L., Evans, N., Doyle, T. et al. (2019). ¿Are first year students ready for a flipped classroom? A case for a flipped learning continuum. *Int J Educ Technol High Educ*, 16 (5). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0135-4>
- UNESCO. (2017). *UNESCO at COP23. Climate change education*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002600/260083e.pdf>
- UNESCO. (2022). *Sesión ministerial de la COP27 sobre educación en materia de cambio climático*. <https://www.unesco.org/es/education/sustainable-development/cop27>
- UNESCO (2023). *Los jóvenes exigen una educación de calidad sobre el cambio climático. Título original: Youth demand for quality climate change education (2022)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383615_spa
- Youth4climate. Driving Ambition. (2021). MANIFIESTO. Youth4Climate Manifesto.



Projeto político pedagógico do curso de medicina: uma análise à luz da idoneidade didática ecológica

- Political Pedagogical Project of the Medical Course: an Analysis in the Light of Ecological Didactic Suitability
- Proyecto político pedagógico del curso de medicina: un análisis a la luz de la idoneidad didáctica ecológica

Forma de citar este artigo:

Fonseca de Vasconcelos, P., Rocha Silva Gusmão, T. C. e Santos Duarte, A. C. (2025). Projeto Político Pedagógico do curso de medicina: uma análise à luz da Idoneidade Didática Ecológica, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 104 - 120. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-19882>

Resumo

As escolas médicas têm se preocupado com a construção de currículos adequados ao cenário de inserção dos futuros profissionais, organizando-se com o objetivo de adequar os cursos de Medicina à realidade loco-regional e ao uso de tecnologias. Embora haja essa preocupação, faltam estudos que avaliem a qualidade dos currículos dos cursos de graduação de Medicina com base em instrumentos padronizados. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar o Projeto Pedagógico de um curso de Medicina com base nos Critérios de Idoneidade Didática Ecológica. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, utilizando-se do referido critério, adaptado ao curso de Medicina, para analisar o Projeto Político Pedagógico de uma instituição localizada no sudoeste da Bahia. A Idoneidade Didática Ecológica visa verificar se os conteúdos estão adequados ao projeto do curso e ao contexto dos discentes. Após a análise, os componentes com níveis mais altos foram: 'Adaptação ao currículo', 'Adaptação socioprofissional e cultural' e 'Conexões intra, inter e multidisciplinares'. Já os componentes 'Abertura para inovação didática' e 'Educação em valores' atingiram níveis médios de Idoneidade Didática Ecológica. Esse resultado demonstra a preocupação em construir um curso médico pautado nas diretrizes atuais, com um currículo que permita ao estudante vivenciar os problemas de saúde em seu contexto, considerando os aspectos culturais, sociais, econômicos, políticos, biológicos e educacionais. Como ponto de

Pedro Fonseca de Vasconcelos* 
Tânia Cristina Rocha Silva Gusmão** 
Ana Cristina Santos Duarte*** 

* Doutor em Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Enfermagem e Saúde. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Bahia, Brasil. pedrobio.vasconcelos@gmail.com

** Doutora em Didática da Matemática. Docente do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Formação de Professores. Departamento de Ciências Exatas. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. professorataniagusmao@gmail.com

*** Doutora em Educação. Docente do Programa de Pós-graduação em Enfermagem e Saúde. Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Bahia, Brasil. anacristina@uesb.edu.br

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 13/07/2023
Data de aprovação: 18/03/2025
Data de publicação: 01/07/2025



atenção, destaca-se a necessidade de incluir as Tecnologias de Informação e Comunicação no currículo, a fim de formar profissionais aptos a trabalhar no contexto contemporâneo.

Palavras-chave

currículo de medicina; multidisciplinaridade; inovação didática; inovação tecnológica; interação teoria-prática

Abstract

Medical schools have been increasingly concerned with developing curricula suited to the insertion contexts of future professionals, aiming to align medical courses with local and regional realities as well as the integration of technology. Despite this concern, there remains a lack of studies evaluating the quality of undergraduate medical curricula using standardised instruments. This study aims to analyse the Pedagogical Project of a medical course based on the Criteria of Ecological Didactic Suitability. It is a qualitative study that applies the aforementioned criteria—adapted for medical education—to examine the Political-Pedagogical Project of an institution located in the southwest region of Bahia, Brazil. Ecological Didactic Suitability seeks to assess whether the course content aligns with the course objectives and the students' context. The analysis revealed that the components with the highest levels were: 'Curriculum Adaptation', 'Socioprofessional and Cultural Adaptation', and 'Intra-, Inter-, and Multidisciplinary Connections'. Meanwhile, the components 'Openness to Didactic Innovation' and 'Education in Values' achieved moderate levels of Ecological Didactic Suitability. These results reflect a commitment to structuring a medical course in line with current guidelines, featuring a curriculum that enables students to engage with health issues in their own context while considering cultural, social, economic, political, biological, and educational aspects. A notable point for improvement is the integration of Information and Communication Technologies within the curriculum to prepare professionals to work effectively in contemporary settings.

Keywords

medical curriculum; multidisciplinary; didactic innovation; technological innovation; theory-practice integration

Resumen

Las facultades de medicina han mostrado una creciente preocupación por la construcción de planes de estudio adecuados al contexto de inserción de los futuros profesionales, organizando los cursos de Medicina para que se ajusten a la realidad local y regional, así como al uso de tecnologías. A pesar de esta preocupación, existen pocos estudios que evalúen la calidad de los planes de estudio de grado en Medicina mediante instrumentos estandarizados. Por ello, este trabajo tiene como objetivo analizar el Proyecto Pedagógico de un curso de Medicina con base en los Criterios de Idoneidad Didáctica Ecológica. Se trata de una investigación cualitativa que utiliza dicho criterio, adaptado al ámbito de la medicina, para analizar el Proyecto Político Pedagógico de una institución situada en el suroeste de Bahía, Brasil. La Idoneidad Didáctica Ecológica busca verificar si los contenidos están alineados con el proyecto del curso y el contexto del estudiantado. Tras el análisis, los componentes que presentaron los niveles más altos fueron: 'Adaptación al currículo', 'Adaptación socioprofesional y cultural' y 'Conexiones intra, inter y multidisciplinarias'. Por otro lado, los componentes 'Apertura a la innovación didáctica' y 'Educación en valores' alcanzaron niveles medios de Idoneidad Didáctica Ecológica. Estos resultados evidencian la preocupación por estructurar un curso de Medicina basado en las directrices actuales, con un currículo que permita al estudiante experimentar los problemas de salud en su propio contexto, considerando aspectos culturales, sociales, económicos, políticos, biológicos y educativos. Como punto de atención, se destaca la necesidad de incluir las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el currículo, con el fin de formar profesionales capacitados para actuar en el contexto contemporáneo.

Palabras clave

currículo de medicina; multidisciplinariedad; innovación didáctica; innovación tecnológica; integración teoría-práctica

Introdução

A discussão sobre a formação do profissional médico e de um novo currículo foi reorientada com as mudanças nos campos social e político no século XXI. Nesse sentido, começou-se a pensar em uma nova perspectiva de formação dos profissionais da área da saúde, baseada em um currículo que leve em consideração as competências necessárias para o enfrentamento das situações de saúde (Lima & Padilha, 2018). Esses autores destacam como competências para esses futuros profissionais a interprofissionalidade, o trabalho em equipe, a comunicação, o acompanhamento longitudinal e o comprometimento com a qualidade do serviço de saúde.

Aliado a isso, viu-se a necessidade de adequação do método de ensino frente à vigência de um modelo de atuação biomédico hegemônico em todo o mundo, em que o conhecimento é centrado no saber médico e há valorização excessiva das especialidades médicas. Em especial no Brasil, ao vivenciar um modelo que privilegia uma rede integrada de atenção à saúde, com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), a prática profissional precisou ser reorientada e passou-se a pensar em uma nova matriz para os cursos dessa área (Beasley et al., 2007; Lima & Padilha, 2018). Assim, seguindo uma lógica contra-hegemônica, passou-se a adotar as metodologias ativas de ensino, a exemplo da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), nos cursos de Medicina.

As metodologias ativas de ensino proporcionam ao educando uma perspectiva reflexiva sobre situações reais, ao colocá-lo diante de problemas da vida cotidiana, estimulando o seu processo de aprendizagem (Mitre et al., 2008; Berbel, 2011). Esse tipo de metodologia está focado em estimular a autonomia do estudante e, na área da saúde, tem um papel potente na formação de um profissional que

consiga garantir a integralidade da atenção à saúde, bem como sua resolutividade e melhor qualidade na oferta dos serviços (Fernandes et al., 2003).

Dessa maneira, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2014 para os cursos de Medicina no Brasil têm reorientado a formação dos médicos na última década, incorporando as metodologias ativas de ensino em seus currículos, bem como enfatizando a importância de formar profissionais capazes de atuar na Rede de Atenção à Saúde proposta pelo SUS (Resolução CNE/CES Nº 4, 2001; Resolução CNE/CES Nº 3, 2014). A DCN de 2014 em seu artigo 4º, traz em seu escopo competências essenciais para um médico, divididas em três eixos norteadores, a saber: Atenção à Saúde, Gestão em Saúde e Educação em Saúde (Resolução CNE/CES Nº 3, 2014). Além disso, esse documento norteia os conteúdos curriculares, organização do curso e processo avaliativo, ou seja, direciona a construção do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) desde a sua implementação até o monitoramento da qualidade da graduação em Medicina.

Alguns estudos têm buscado compreender se os PPC dos cursos médicos se adequam ao cenário atual, bem como às DCN (Oliveira et al., 2019; Rezende et al., 2019; Cyrino et al., 2020; Oliveira et al., 2021; Novato, Ferreira & Paschoalotto, 2022). Entretanto, ainda não têm sido utilizadas ferramentas padronizadas para compreender a adequação desses documentos à normativa brasileira, embora tentem buscar métricas, para tal avaliação.

Na área da Educação Matemática, surgiu em 1994 a teoria chamada de Enfoque Ontosemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática (EOS) que visa unificar as teorias existentes nessa área (Gusmão & Font, 2020). Em seu escopo encontram-se os Critérios de Idoneidade Didática (CID) que têm a finalidade de verificar a adequação dos processos de

ensino, caracterizando um bom ensino matemático. Esses critérios são divididos em idoneidade: Epistêmica, Cognitiva, Interacional, Mediacional ou Mediadora, Emocional e Ecológica. Resumidamente e de acordo com Sousa et al. (2019, p.447), podemos caracterizar esses critérios da seguinte maneira:

Epistêmico – relativo a Matemática institucional; Cognitivo – relativo à aprendizagem dos alunos; Emocional – relativo aos afetos; Interacional – referente a relação professor-aluno e aluno-aluno; Mediadora – relativo aos recursos e ao tempo e; Ecológico – relacionado a escola/sociedade.

O critério *Epistêmico* relaciona-se com a qualidade matemática e o planejamento e/ou implementação dos significados matemáticos de referência. O *Cognitivo* avalia se a aprendizagem dos conceitos matemáticos condiz com aquilo que se pretende aplicar ou com o que foi aplicado, identificando as debilidades e potencialidades dos estudantes. O critério *Emocional* está ligado à motivação, interesse e atitudes dos alunos em todo o processo de aprendizagem. No caso do critério *Interacional*, mede-se o grau das interações entre docentes, discentes e o meio em que estão inseridos, identificando a capacidade de lidar com os conflitos e exercitar o princípio da autonomia da aprendizagem. Já o critério *Mediacional* relaciona-se aos recursos utilizados no processo ensino-aprendizagem, sejam eles humanos, materiais, temporais ou espaciais. Por fim, o critério *Ecológico* tem a finalidade de medir a adequação do processo de estudo às legislações, aos aspectos sociais e às políticas institucionais (Godino et al., 2006; Godino, Batanero & Font, 2008; Godino, 2011; Breda, Font & Pino-Fan, 2018).

Breda, Font e Lima (2015) enfatizam a importância desses critérios para uma avaliação a priori e a posteriori do processo de ensino-aprendizagem, o que permite verificar se os documentos propostos e sua aplicação condizem com uma “boa matemática”. Para um processo de ensino idôneo, todas as seis facetas do CID precisam estar em altos níveis, mas os autores esclarecem que não é fácil atingir esse patamar de idoneidade ideal (Breda, Font & Lima, 2015; Gusmão & Font, 2020).

Nesse estudo, usa-se o critério de Idoneidade Ecológica, por se aproximar do objeto de análise aqui avaliado, um Projeto Pedagógico de Curso (PPC). Esse critério tem por finalidade medir o “grau de adaptação do processo de estudo ao projeto educativo do centro, às diretrizes curriculares, às condições do entorno social” (Breda, Font & Lima, 2015, p.9). Martins, Frade e Tinti (2022) enfatizam que esse critério permite analisar se os conteúdos estão adequados a uma formação matemática que leve em conta as características do entorno do aluno, bem como uma prática reflexiva, investigativa e com uso de diferentes tecnologias.

Com base no exposto, esse trabalho tem como objetivo analisar o Projeto Pedagógico de um curso de Medicina com base no Critério de Idoneidade Didática Ecológica. Para avaliação da Idoneidade Ecológica, realizou-se a adaptação dos critérios propostos por Godino (2011) ao curso de Medicina.

Metodologia

A pesquisa em voga trata-se de um estudo do tipo qualitativo, com abordagem exploratória e descritiva. Esse tipo de pesquisa, oriundo das ciências sociais, permite compreender as expressões e relações humanas, considerando o sujeito observado como um ser humano que carrega consigo valores, crenças e significados oriundos de um grupo social ou classe, sendo fundamental a análise do pesquisador na coleta de dados em campo (Borges & Luzio, 2010; Minayo, 2012).

A pesquisa foi desenvolvida em uma Instituição de Ensino Superior (IES) do município de Vitória da Conquista, localizado no sudoeste da Bahia, a 510 km de Salvador, com uma população estimada em 340.199 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2010).

Este trabalho encontra-se ancorado nos Critérios de Idoneidade Didática (CID), propostos pelo Enfoque Ontosemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática, com foco no critério Ecológico. Esse critério foi utilizado com a finalidade de categorização dos dados após a constituição do corpus e análise, lançando mão da noção de adequação do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) às normativas e ao meio social e

profissional. Como versa Franzen (2022, p. 45), a Idoneidade Didática Ecológica “analisa se os conteúdos trabalhados estão de acordo com as diretrizes curriculares, bem como com as tendências sociais e com o contexto comunitário em que aquele plano de aula está inserido”.

Os Critérios de Idoneidade Didática Ecológica propostos por Godino (2011) foram adaptados pelos autores para os cursos de Medicina, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais de 2014 (Resolução CNE/CES Nº 3, 2014). São propostas as seguintes dimensões para avaliar a Idoneidade Ecológica: adaptação ao currículo; abertura para inovação didática; adaptação socioprofissional e cultural; educação em valores; e conexões intra, inter e multidisciplinar. Abaixo encontra-se o Quadro 1 com a adaptação das dimensões e dos indicadores propostos por Godino (2011) para o curso de Medicina.

Os indicadores foram identificados por siglas, nas quais as iniciais EC fazem referência ao critério Ecológico e as outras palavras estão relacionadas aos componentes, sendo representados por: ECAC (Adaptação ao currículo), ECID (Abertura para inovação didática), ECAD (Adaptação socioprofissional e cultural), ECEV (Educação em valores) e ECCO (Conexões intra, inter e multidisciplinares).

Quadro 1. Componentes e Indicadores da Idoneidade Didática Ecológica

Componentes	Indicadores (Godino, 2011)	Indicadores adaptados (Medicina)
Adaptação ao currículo	Os conteúdos, sua implementação e a avaliação correspondem com as diretrizes curriculares.	ECAC 1. Os conteúdos, sua implementação e a avaliação correspondem com as diretrizes curriculares.
Abertura para inovação didática	Inovação baseada na investigação e prática reflexiva; Integração de novas tecnologias (calculadoras, computadores, TIC, etc.), no projeto educativo.	ECID 1. Inovação baseada na investigação e prática reflexiva; ECID 2. Integração de novas tecnologias (calculadoras, computadores, TIC, etc.), no projeto educativo.
Adaptação socioprofissional e cultural	Os conteúdos contribuem na formação sócio-profissional dos estudantes.	ECAD 1. Os conteúdos contribuem na formação sócio-profissional dos estudantes; ECAD 2. Realiza a interação entre teoria e prática no âmbito da saúde, levando em consideração o contexto socioeconômico e cultural das pessoas, famílias, grupos e comunidades.

Componentes	Indicadores (Godino, 2011)	Indicadores adaptados (Medicina)
Educação em valores	Contemplam-se a formação em valores democráticos e o pensamento crítico.	ECEV 1. Contemplam-se a formação em valores democráticos e o pensamento crítico.
Conexões intra, inter e multidisciplinares	Os conteúdos se relacionam com outros conteúdos intra e interdisciplinares.	ECCO 1. Os conteúdos se relacionam com outros conteúdos intra, inter e multidisciplinares, buscando integrar as dimensões biológicas, psicológicas, étnico-raciais, socioeconômicas, culturais, ambientais e educacionais.

Fonte: Adaptado de Godino (2011) pelo primeiro autor.

O documento objeto deste estudo foi o PPC do curso de Medicina do ano de 2019 da IES, anteriormente caracterizada, obtido com anuência da instituição e disponível no site institucional, bem como na biblioteca. A análise desse documento, à luz dos componentes e indicadores da idoneidade Ecológica, se deu por meio dos níveis de adequação: baixo, médio e alto. Tais níveis foram estabelecidos após análise minuciosa do PPC; a categorização seguiu os componentes e indicadores propostos no Quadro 1.

Resultados e discussão

A matriz curricular do curso de Medicina da IES analisada está dividida em Ciclo I (1º ao 4º período), Ciclo II (5º ao 8º período) e Ciclo III ou Internato (9º ao 12º período), totalizando seis anos de graduação com carga horária de 7.607 horas. O curso está dividido em três eixos principais, do primeiro ao oitavo período, eles são: Habilidades profissionais (Habilidades Clínicas e Atitudes), Integração Ensino, Serviço e Comunidade (IESC), e os Módulos Temáticos, que utilizam a ABP como metodologia de ensino. Além disso, o curso conta com atividades complementares obrigatórias, denominadas *Core Curriculum* e com o Trabalho de Conclusão de Curso.

Os resultados da análise do PPC à luz da Idoneidade Didática Ecológica encontram-se descritos no Quadro 2, conforme categorias previamente estabelecidas.

Quadro 2. Indicadores da Idoneidade Didática Ecológica do Projeto Político Pedagógico de um curso de Medicina

Componentes	Indicadores	Nível contemplado
Adaptação ao currículo	ECAC 1. No que tange aos conteúdos fundamentais, e de acordo com resolução Nº 3, de 20 de junho de 2014, estes devem estar relacionados com todo o processo saúde-doença do cidadão, da família e da comunidade e referenciados na realidade epidemiológica e profissional, proporcionando a integralidade das ações do cuidar em saúde (p.84). ECAC 1. O Curso tem um desenho curricular direcionado por três eixos de formação que perpassam os anos de graduação, utilizando de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, especialmente a aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Em cada um dos eixos, Unidades Curriculares aglutinando áreas temáticas afins constituem a proposta curricular. Nesse sentido os eixos propostos são: Eixo Humanístico-Profissional; Eixo Técnico-Científico; Eixo Comunitário Assistencial (pp.94-98). ECAC 1. A operacionalização dos conteúdos modulares da 1ª a 8ª etapa (ou semestre) - será feita através das seguintes atividades: Tutoriais em pequenos grupos, aulas / palestras, integração ensino - serviços - comunidade, habilidades e atitudes (informações em saúde, comunicação, habilidades clínicas e cirúrgicas), práticas em laboratórios, Core Curriculum, Trabalho de conclusão de Curso (pp.90-94). ECAC 1. O curso consta de 12 semestres com 3 ciclos de aprendizagem: o Ciclo I que vai do 1º ao 4º semestre, o Ciclo II que vai do 5º ao 8º semestre e o Ciclo III (internato) que vai do 9º ao 12º semestre (p.102). ECAC 1. Avaliação formativa e cognitiva (pp.148-150). ECAC 1. Avaliação da progressão do seu corpo discente e a avaliação da qualidade dos trabalhos didático-pedagógicos desenvolvidos (p.148). ECAC 1. Avaliação do Tutorial: (i) avaliação diária dos alunos nas sessões tutoriais; (ii) avaliação formativa e autoavaliação dos alunos na metade e no final de cada módulo; (iii) avaliação do tutor pelo aluno e (iv) avaliação do módulo realizado; (v) avaliação prática (p.152). ECAC 1. Avaliação das Habilidades Médicas Profissionais: Exame Objetivo e Estruturado (OSCE) e cognitiva (p.152). ECAC 1. Avaliação do módulo de Integração-Ensino-Serviço-Comunidade: frases/narrativas, processual (autoavaliação, inter pares, do professor), avaliação pela comunidade externa (p.152-153). ECAC 1. O Projeto de Avaliação Institucional Interna segue as orientações gerais para a autoavaliação das Instituições de Ensino Superior por meio do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), instituído pela Lei n.º 10.861, de 14 de abril de 2004 (p.155). ECAC 1. Avaliação Institucional, planejada, aplicada e monitorada pela Comissão Própria de Avaliação (pp.156-157). ECAC 1. Avaliação no Internato por Matriz de competências (p.367).	Alto
Abertura para inovação didática	ECID 1. A formação do profissional será orientada por princípios éticos e humanistas e pela noção de cuidado nas práticas de saúde, que se apoiam na reconstrução de inter-subjetividades e na tecnologia (p.14). ECID 1. O projeto pedagógico que fundamenta a implantação do Curso de Graduação em Medicina relaciona-se com metodologias que visam um maior envolvimento dos alunos na busca do conhecimento. Tal perspectiva de inovação baseia-se nos principais documentos e recomendações relativos a Educação Médica Mundial produzidos nos últimos 25 anos (pp.27-28). ECID 1. Comissão de Avaliação como estratégia para pensar modelos inovadores de avaliações, condizentes com as metodologias ativas utilizadas na instituição (pp.156-159). ECID 1. A pesquisa educacional deve permitir a todos os docentes olhar e estudar criticamente a própria realidade. São experiências a serem compartilhadas com as outras escolas do Brasil que desejam dar seus primeiros passos na inovação. Os estudantes precisam ser incorporados a este tipo de pesquisa. Isto permitirá o seu desenvolvimento, podendo atingir melhores níveis de autonomia e de integração com o programa (p.266). ECID 1. Capacitação em Habilidades e Atitudes na informática e tecnologias médicas (p.104). ECID 1. Currículo do Internato baseado em competências (p.367). ECID 1. Utilizar a tecnologia da informação para dar suporte a decisão tomada no cuidado e educação ao paciente e comunidade (p.403). ECID 1. Comissão de Planejamento Para que o planejamento dos módulos horizontais do curso privilegie a real interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, com vistas à abordagem integral (biológica, psicológica e social) dos problemas de saúde, voltados às necessidades do SUS, é necessário o desenvolvimento de estratégias que envolvam todo o corpo docente, de múltiplas especialidades (pp.436-438).	Médio

Componentes	Indicadores	Nível contemplado
Abertura para inovação didática	ECID 2. Tecnologia educacional de ponta disponibilizando laboratórios de simulação com equipamentos sofisticados e de última geração aliados aos laboratórios convencionais de práticas profissionais (p.8). ECID 2. Uso de recursos de informática para estudos autodirigidos, atividades tutoriais e consultorias (p.25). ECID 2. Informática da Saúde e Médica como conteúdo dos componentes curriculares, usando o Laboratório de Informática (p.33). ECID 2. A compreensão e domínio das novas tecnologias da comunicação para acesso a base remota de dados e domínio de, pelo menos, uma língua estrangeira, que seja, preferencialmente, uma língua franca (p.85). ECID 2. Cursos de informática aos docentes e discentes (p.261). ECID 2. Acesso a periódicos na base de dados EBSCO (p.317). ECID 2. Reconhecer e utilizar os recursos de tecnologia da informação, especialmente aqueles relacionados a políticas públicas (telemedicina), como estratégia para capacitação de equipes de saúde (p.404). ECID 2. Treinamento para exames complementares que envolvem o uso de tecnologias (p.400).	
Adaptação socioprofissional e cultural	ECAD 1. Baseado no processo dinâmico da “ação-reflexão-ação”, o projeto propõe a inserção dos estudantes, desde o início do curso, nos serviços de saúde, em atividades práticas, em pequenos grupos. As unidades curriculares alternam e combinam sessões de tutoria, estudos autônomos e aulas práticas, com sistematizações, análises e sínteses conceituais, estimulando a autonomia na aprendizagem e uma atitude aprendente, crítica e reflexiva, que habilite para a tomada de decisões e o trabalho em equipes (pp.21-22). ECAD 1. O conteúdo a ser aprendido e apreendido pelo estudante terá origem na própria realidade. A partir da prática em serviço, necessidades de compreensão e aprendizagens surgirão e serão trabalhadas por meio das informações docentes, da reflexão e integralização de elementos teóricos, de estudos autodirigidos, de tutoria. O objetivo dessa metodologia é retomar o aprendizado à prática, na forma de intervenção sobre a mesma e desenvolver, no estudante a capacidade e o desejo de estudar, as habilidades autodidáticas e uma atitude profissional crítica e reflexiva (p.24). ECAD 1. A proposta pedagógica tem o potencial de agir sobre o serviço de saúde em que a prática discente acontece, no sentido de qualificá-lo continuamente. Isso significa que o conteúdo didático assume o fenômeno sócio-existencial humano do qual faz parte o processo saúde-doença (p.24). ECAD 1. No que tange aos conteúdos fundamentais, e de acordo com resolução Nº 3, de 20 de junho de 2014, estes devem estar relacionados com todo o processo saúde-doença do cidadão, da família e da comunidade e referenciados na realidade epidemiológica e profissional, proporcionando a integralidade das ações do cuidar em saúde (p.84). ECAD 1. O modelo pedagógico permite conectar conteúdos intelectuais às atividades práticas e habilidades diversas contextualizadas (pp.90-98). ECAD 1. As metodologias dialógicas e ativas de ensino-aprendizagem são referência no ensino na Atenção Primária à Saúde, integrando prática e teoria, problematizando a realidade e possibilitando a reflexão sobre a prática profissional, trabalhando em pequenos grupos de forma espiral (progressiva) e com diversidade de cenários e atividades (p.117). ECAD 1. Interação entre teoria e prática no ensino das habilidades, visando a potencialização e o sinergismo na aquisição do conhecimento e das habilidades (p.130).	Alto

Componentes	Indicadores	Nível contemplado
Adaptação socioprofissional e cultural	ECAD 2. A estrutura curricular do curso de medicina, pautada na necessidade e no desejo de efetiva articulação de teorias e práticas, se sustenta nos seguintes fundamentos: a construção do conhecimento como forma de ação e interação dos diferentes atores sociais envolvidos no processo; a integração dos conteúdos básicos (humanísticos, críticos e das áreas de conhecimento) com os profissionalizantes; a diversificação no cenário de aprendizagem; a visão integral do curso que leve em consideração as transformações ocorridas no mundo do trabalho, no campo científico e tecnológico; a visão humanística que considere os aspectos biopsicossociais, filosóficos, políticos, econômicos, culturais e ecológicos, como elementos indissociáveis da realidade; a consciência de valorização da categoria profissional; a integração entre o ensino, pesquisa e a prática profissional que viabilize a articulação ensino – trabalho-comunidade; o empenho dos professores e alunos em desenvolver seu potencial de ensino aprendizagem por meio de um processo contínuo, atualizado e inovador na busca de soluções específicas e efetivas para diferentes situações; a vivência de atividades curriculares obrigatórias que expressem os preceitos da formação aqui explicitados, que aprimorem as atitudes, pelo desenvolvimento de habilidades e competências adquiridas no decorrer do curso (pp.23-24). ECAD 2. Sessões tutoriais, facilitadas por um docente do curso, das quais participam até dez estudantes por vez, disparadas por meio da problematização das atividades práticas dos estudantes nos serviços de saúde, com foco na gestão, no cuidado individual, no cuidado coletivo e na pesquisa aplicada (pp.24-25). ECAD 2. Prática em serviço, sob preceptoría de médicos e outros profissionais do SUS lotadas na Rede-Escola, e supervisionadas pelos docentes à ótica da proposta pedagógica do curso (p.25). ECAD 2. As práticas a partir das quais são realizados os “treinamentos” constituem simulações do trabalho profissional, pois, apesar de envolverem personagens reais (profissionais e pacientes), desenvolvem-se em condições e cenários muito distintos daqueles encontrados na maioria das situações de trabalho (p.26). ECAD 2. O modelo pedagógico proposto é fundamentado no aprendizado ativo, o que rompe com a sequência clássica teoria/prática do processo de produção do conhecimento, deste modo então, o aprendizado se dá de um modo dinâmico por meio da ação-reflexão-ação (p.84).	
Educação em valores	ECEV 1. Os egressos devem ter formação geral, humanista, crítica, reflexiva e ética, com capacidade para atuar nos diferentes níveis de atenção à saúde, com ações de promoção, prevenção, recuperação e reabilitação da saúde, nos âmbitos individual e coletivo, com responsabilidade social e compromisso com a defesa da cidadania, da dignidade humana, da saúde integral do ser humano e tendo como transversalidade em sua prática, sempre, a determinação social do processo de saúde e doença (p.16). ECEV 1. O perfil de formação médica pauta-se em uma matriz de competências e habilidades que coaduna com as Diretrizes Curriculares Nacionais. São elas: atenção à saúde em todos os níveis com alta qualidade e ética; tomada de decisões assertivas baseada nos recursos técnico-científicos, sabendo avaliar, sistematizar e decidir a conduta mais apropriada; comunicação verbal, não verbal e habilidades de escrita e leitura, sabendo comunicar com os pacientes, grupos e comunidades; aptidão para o exercício da liderança em equipes multiprofissionais; administração e gerenciamento de recursos; capacidade de aprender continuamente e praticar a educação permanente; exercício da Medicina com postura ética e humanística, observando aspectos culturais, sociais, psicológicos e econômicos; visão social do papel médico; conhecer as características locais do mercado de trabalho; utilizar ou administrar os recursos financeiros e materiais, observando o custo-efetividade, equidade e a melhora do sistema de saúde (pp.77-81).	Médio
Conexões intra, inter e multidisciplinares	ECCO 1. A abordagem de temas transversais no currículo que envolvam conhecimentos, vivências e reflexões sistematizadas acerca dos direitos humanos e de pessoas com deficiência, educação ambiental, ensino de Libras (Língua Brasileira de Sinais), educação das relações étnico-raciais e história da cultura afro-brasileira e indígena (p.85). ECCO 1. Formação de jovens para o exercício de uma atividade profissional, contribuindo para a formação cidadã do ser humano (p.305). ECCO 1. O aluno terá oportunidade de cursar as seguintes Disciplinas de Conhecimentos Gerais, chamadas de Core Curriculum: 1 - Análise Social e das Relações Étnico-Raciais; 2 - Empreendedorismo; 3 - História, Sociedade e Cultura Afro-Brasileira, Africana e Indígena; 4- Língua Brasileira de Sinais - Libras; 5- Ética e Cidadania; 6 - Educação Ambiental; 7 - Língua Portuguesa; 8 - Inglês Instrumental (p.305-306).	Alto

Fonte: Elaborado pelo primeiro autor.

Após a análise do PPC, os componentes 'Adaptação ao currículo', 'Adaptação socioprofissional e cultural' e 'Conexões intra, inter e multidisciplinares' foram considerados com altos níveis de Idoneidade Didática Ecológica, uma vez que contemplaram a maioria dos indicadores propostos, trazendo elementos essenciais para a formação médica, a citar conteúdos biológicos, sociais e humanistas que contribuem para consolidação do perfil profissional preconizado nas DCN. Enquanto os componentes 'Abertura para inovação didática' e 'Educação em valores' atingiram níveis médios de Idoneidade Didática Ecológica, por não apresentarem de forma explícita alguns elementos descritos nas DCN 2014 que são essenciais ao perfil profissional, a exemplo do trabalho interprofissional.

O componente "Adaptação ao currículo" é atendido em sua completude por apresentar os passos para estruturação curricular do curso de Medicina com conteúdos, estratégias para sua implementação e processo avaliativo condizente com as diretrizes curriculares.

Embora o PPC da IES analisada tenha apresentado uma alta adequação do currículo às DCN, um estudo realizado por Novato, Ferreira e Paschoalotto (2022) revela que as escolas médicas privadas em sua maioria demonstram menor adesão a aspectos curriculares em seus projetos do que as públicas. Isso revela a importância que as instituições se comprometam com a adequação de seus currículos às normativas brasileiras, visando uma formação baseada na realidade local — ou a necessidade de revisitar as DCN para adequação ao contexto brasileiro.

O alinhamento do currículo às DCN mostra-se como um fator indicativo da boa qualidade da IES, já que é um dos instrumentos de avaliação pelo Ministério da Educação (MEC) (Oliveira et al. 2019). No que se refere à avaliação, percebe-se uma coerência entre o PPC e as DCN, propondo avaliações não apenas de cunho cognitivo e somativo, mas na esfera formativa e realizadas de modo processual. Ademais, fica marcada a orientação de uma avaliação condizente com as diretrizes apresentadas pelo Sistema Nacional de Avaliação (SINAES) (Lei nº 10.861, 2004), fortalecendo o processo avaliativo institucional desde sua implementação até o monitoramento.

Um currículo deve possuir uma proposta de avaliações alinhada aos conteúdos propostos, sendo capaz de promover a mediação da aprendizagem por meio de estratégias avaliativas adequadas. Vale ressaltar que não basta avaliar o desenvolvimento discente no nível cognitivo, mas também seu desempenho nas dimensões procedimental e atitudinal. Desse modo, a proposta educativa se adequa a um modelo de ensino que forma o sujeito para atuar com base na realidade em que está inserido.

No que diz respeito ao componente "Abertura para inovação didática", o PPC do curso médico traz estratégias inovadoras, a citar: Comissão de Avaliação, Pesquisa Educacional, Comissão de Planejamento, Capacitação em informática e tecnologias médicas, Currículo do Internato baseado em competências. Ademais,

apresenta o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para potencializar o processo ensino-aprendizagem, tais como uso de computadores, laboratórios de simulação, telemedicina e acesso à base de dados virtuais.

Mesmo sendo apresentados elementos inovadores que promovem uma formação reflexiva, as propostas de inovação e novas tecnologias permanecem no campo do estímulo a essa prática, sem que sua operacionalização seja explicitada. Entende-se, por tanto, que esse indicador não está contemplado em sua completude, devido à falta de apresentação de estratégias que viabilizem a maioria dessas ideias.

O uso das TIC configura-se como uma proposta inovadora dentro do processo ensino-aprendizado e, na educação médica, ao ser incorporado às metodologias de ensino, proporciona práticas reflexivas diante de um cenário de saúde apresentado pelos docentes (Palácio, Gonçalves & Struchiner, 2019). A utilização das tecnologias digitais já é uma realidade no ensino médico, sendo objetivo de destaque em diversos (Pott & Júnior, 2019). Portanto, faz-se necessário explicitar as metodologias e ferramentas tecnológicas a serem utilizadas, bem como a proposta do impacto dessas tecnologias no desenvolvimento das habilidades e atitudes dos profissionais que atuarão em um sistema de saúde que já lança mão de recursos como a Telemedicina.

Embora o PPC avaliado seja do ano de 2019, é importante salientar que a pandemia da Covid-19, iniciada em 2020 no Brasil, atuou como impulsionadora do uso de tecnologias na assistência médica. Dessa maneira, a formação no curso de Medicina precisa se adequar a essa realidade, formando indivíduos aptos a lidar com os avanços tecnológicos e a dominar as ferramentas digitais na condução do seu fazer profissional.

Quanto ao componente “Adaptação socioprofissional e cultural”, podemos perceber que o PPC contempla todos os indicadores, uma vez que prevê uma formação médica que insere o aluno no cenário de prática de forma precoce, permitindo que entenda a realidade loco-regional de saúde e trace estratégias para intervir nos problemas. Trata-se de um projeto baseado na lógica de “ação-reflexão-ação”, conforme mencionado anteriormente, que possibilita o desenvolvimento de competências necessárias à atuação profissional.

Cyrino et al. (2020) demonstraram, em seu estudo, que essa relação entre ensino e serviço de saúde é uma potencialidade das escolas médicas, sob a égide das DCN de 2014. Tal fato está relacionado à possibilidade de atuação em áreas com povos tradicionais, zona rural, cidades circunvizinhas e na gestão dos serviços de saúde. Além disso, permite que o aluno conheça as demandas sociais locais e se insira precocemente no serviço de saúde, facilitando a inserção dos egressos nesses contextos. Segundo Júnior et al. (2019), o desenvolvimento de projetos de intervenção *in loco* possibilita a percepção dos determinantes e condicionantes do processo saúde-doença, levando o aluno a refletir sobre a sua prática profissional futura e a agir sobre os fatores de risco relacionados às doenças e agravos.

Conforme evidenciado no PPC, a abordagem por meio de metodologias ativas de ensino possibilita o aprendizado em pequenos grupos, promovendo o acompanhamento do desenvolvimento das habilidades profissionais médicas. Vale ressaltar que teoria e prática estão integradas, tanto nos ambientes escolares (salas de aula e laboratórios), quanto nos cenários externos de prática (Rede SUS, unidades de saúde e comunidades).

Essa formação *no e para* o SUS permite que o próprio serviço de saúde seja aprimorado,

promovendo não apenas a qualificação dos profissionais inseridos nos campos de trabalho, mas também o desenvolvimento de competências nos estudantes que vivenciam esse contexto (Resolução CNE/CES Nº 3, 2014; Júnior et al., 2019; Cyrino et al., 2020). Entretanto, vale salientar que ainda existem impasses para efetivação dessas premissas na prática, como a precariedade dos recursos presentes nos serviços de saúde e necessidade de capacitação dos profissionais na Rede de Saúde (Rezende et al., 2019; Cyrino et al., 2020; Oliveira et al., 2021).

Os desafios listados anteriormente colocam em evidência a necessidade da elaboração de currículos para os cursos de Medicina que se aproximem mais dos princípios do SUS, trazendo uma abordagem clara da sua operacionalização na prática profissional. Promover a interface entre teoria e prática auxilia no processo de construção de uma formação mais voltada para o sistema de saúde vigente. Abordar aspectos como o cuidado em saúde de maneira transversal, integral, equânime e universal aproxima os PPC da orientação voltada à formação de médicos que atuarão em um serviço de saúde pautado nos princípios doutrinários de Universalidade, Equidade e Integralidade do cuidado.

O componente “Educação em valores” foi considerado como de nível médio de adequação didática, especialmente por não apresentar de forma completa elementos explícitos da dimensão “Gestão do cuidado”, descrita nas DCN de 2014. Percebe-se a importância de enfatizar uma educação baseada no trabalho em equipe interprofissional, que considere as diferentes densidades tecnológicas envolvidas no cuidado.

Segundo Oliveira et al. (2021, p. 10),

Ao olhar para o futuro da educação médica, vislumbramos a necessidade de mesclar os elementos dos diversos métodos de ensino-aprendizagem com abordagens baseadas em evidências, a fim de propiciar o desenvolvimento de habilidades de comunicação, o engajamento e a resolução de problemas, alicerçando dinâmicas para o desenvolvimento de trabalhos em equipes multiprofissionais, além de bons desempenhos cognitivos.

O trecho acima evidencia a importância do desenvolvimento do trabalho em equipe multiprofissional, especialmente no que diz respeito à composição das equipes de Atenção Básica, foco da formação médica atual. Em estudo desenvolvido por Backes et al. (2014), observa-se que as DCN de todos os cursos da área de saúde, no Brasil, indicam a necessidade do desenvolvimento da competência para o trabalho em equipe nos alunos, como premissa para uma futura atuação efetiva no SUS.

No que diz respeito ao uso de diferentes densidades tecnológicas, destaca-se que, na Atenção Primária à Saúde, prioriza-se a utilização de tecnologias leves e leve-duras em seu contexto de atuação, em detrimento das tecnologias duras (Coelho & Jorge, 2009).

As tecnologias podem ser classificadas em leve quando falamos de relações, acolhimento, gestão de serviços; em leve-dura quando nos referimos aos saberes bem estruturados, como o processo de enfermagem; e dura quando envolvem os equipamentos tecnológicos do tipo máquinas, as normas. (Rocha et al., 2008, p. 114).

Pensando nisso, é necessário conceber um curso que valorize essas tecnologias relacionais e os saberes compartilhados, uma vez que o foco da formação está neste nível de atenção à saúde. Ademais, abordar tais tecnologias no âmbito acadêmico auxilia no desenvolvimento de habilidades e atitudes profissionais, inclusive favorecendo a compressão, por parte do aprendiz, do sistema de saúde em que está inserido.

Por fim, o componente “Conexões intra, inter e multidisciplinares” é contemplado, uma vez que o PPC destaca a importância dos conteúdos transversais no curso de Medicina e sua articulação com os módulos temáticos, o que pode ser observado nos objetivos de aprendizagem e no ementário. Tal fato é corroborado no estudo de Sousa et al. (2019), ao mostrar a relevância desse indicador para o critério de Idoneidade Ecológica, como estratégia para extrapolar os conhecimentos específicos da área de formação, possibilitando a compreensão da realidade vivida no entorno do aluno.

O ensino médico deve ser pautado na formação de indivíduos capazes de atuar em equipes multiprofissionais, a exemplo de profissionais da Enfermagem, Fisioterapia e Psicologia. Desse modo, tanto o currículo quanto sua operacionalização devem caminhar na perspectiva de formar médicos que saibam exercer a liderança, trabalhar em equipe de forma colaborativa e se comunicar de maneira assertiva. Essa formação perpassa

não apenas pelos conhecimentos técnicos das áreas de ciências biológicas e da saúde, mas também pelos conhecimentos transversais, que envolvem as humanidades.

Reconhecidamente, os conteúdos pertencentes às Ciências Sociais e Humanas são potenciais na formação de médicos, por promoverem o desenvolvimento de habilidades e atitudes voltadas ao reconhecimento das demandas de saúde locais (Cyrino et al., 2020). Nessa vertente, Barboza e Felício (2020) enfatizam que os currículos dos cursos de Medicina incluem as humanidades em sua proposta curricular, mas alertam para a necessidade de avaliar como elas impactam na prática dos alunos e egressos, verificando se são, de fato, determinantes no desenvolvimento de habilidades humanísticas. Assim sendo, sugere-se o acompanhamento processual do impacto dos conteúdos transversais na formação dos alunos, a fim de garantir que o componente “Conexões intra, inter e multidisciplinares” continue apresentando um nível alto de adequação.

Para Oliveira et al. (2021), um dos grandes desafios é seguir o PPC na prática. Entretanto, seria importante realizar uma avaliação contínua do curso em andamento, a fim de identificar eventuais pontos de debilidade e atuar de forma direcionada sobre eles. Assim sendo, poderiam ser traçadas estratégias para melhorar a qualidade da Idoneidade Didática Ecológica, como aquelas propostas por Breda, Font e Lima (2015).

Por fim, destacamos que a escolha de instrumentos padronizados para avaliação dos PPC em relação às DCN já é uma discussão presente na literatura (Oliveira et al., 2019), o que evidencia a relevância da busca por ferramentas que permitam verificar a qualidade desse documento.

Considerações finais

Após a análise do PPC de 2019 de um curso de Medicina, à luz do Critério de Idoneidade Didática Ecológica, percebe-se a preocupação desta IES quanto à adequação de suas normativas ao que é preconizado pelo Ministério da Educação, com foco em uma formação condizente com a realidade em que o discente está inserido. Um PPC que apresenta propostas claras para a implementação do curso possibilita o direcionamento das estratégias de ensino-aprendizagem traduzindo-se em práticas dialógicas e conscientes.

Uma das propostas deste estudo foi usar um novo instrumento para avaliação dos cursos médicos em implantação e os já implantados, sendo salutar a aplicação dos demais componentes dos CID para a verificação de vários aspectos do processo de ensino-aprendizagem. Esse instrumento foi adaptado com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais e no entorno social, econômico, cultural, ambiental e político, permitindo avaliar se a formação dos futuros médicos contempla ferramentas inovadoras adequadas e se está alinhada ao contexto socioprofissional em que esses profissionais vão se inserir, conforme os indicadores propostos pelo Critério de Idoneidade Didática Ecológica.

A alta Idoneidade Ecológica nos componentes “Adaptação ao currículo”, “Adaptação socioprofissional e cultural”, e “Conexões intra, inter e multidisciplinares”, demonstra a preocupação da IES em adequar seu currículo às normativas brasileiras e institucionais. Ademais, evidencia o compromisso com uma formação conectada ao entorno social do seu alunado, considerando aspectos culturais, sociais, econômicos, políticos, biológicos e educacionais. Quanto aos componentes “Abertura para inovação didática” e “Educação em valores”, que obtiveram níveis médios de Idoneidade Didática Ecológica, destaca-se a necessidade de maior clareza na redação do PPC em relação ao perfil médico alinhado aos princípios do SUS, bem como à incorporação de inovações compatíveis com os desafios contemporâneos.

Verificamos, como ponto de atenção, a necessidade de maior clareza no uso de ferramentas inovadoras e no desenvolvimento de competências voltadas à formação profissional atual, sendo recomendada a revisitação do PPC por parte de seus elaboradores, a fim de qualificar esses indicadores. Além disso, destaca-se a importância da avaliação contínua do curso em andamento, para garantir a manutenção da alta Idoneidade Didática Ecológica.

As discussões trazidas por esta pesquisa conduzem à reflexão sobre uma formação médica que se articule com o sistema de saúde no qual o alunado será inserido, pensando em uma trajetória formativa que favoreça o desenvolvimento das habilidades e atitudes necessárias à atuação nesse contexto. Desde o processo de ensino até a avaliação das aprendizagens, é imprescindível pensar em um currículo pautado em propostas inovadoras e no uso de tecnologias que possibilitem a formação de um profissional apto a lidar com as demandas atuais e urgentes da sociedade.

Referências

- Backes, D.S., Carpes, A.D., Piovesan, C., Haefner, L.S.B., Büscher, A. e Lomba, L. (2014). Trabalho em Equipe Multiprofissional na saúde: da concepção ao desafio do fazer na prática. *Disciplinarum Scientia*, 15(2):277-289. <https://doi.org/10.37777/1093>
- Barboza, J.S. e Felício, H.M.S. (2020). Humanidades Médicas e seu Lugar no Currículo: Opiniões dos Participantes do Cobem/2017. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 44(1):1-8. <https://doi.org/10.1590/1981-5271v44.1-20190155>
- Beasley, J.W., Starfield, B., Weel, C.V., Rosser, W.W. e Haq, C.L. (2007). Global Health and Primary Care Research. *Journal of the American Board of Family Medicine*, 20(6): 518-526. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2007.06.070172>
- Berbel, N.A.N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Ciências Sociais e Humanas*, 32(1): 25-40. <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>
- Borges, R.F. e Luzio, C.A. (2010). Pesquisa qualitativa em saúde mental: alguns apontamentos. *Revista de Psicologia da UNESP*, 9(1):14-23. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/501652f7-607f-4085-b728-9333de91c29f/content>
- Brasil. (2004). Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm
- Breda, A., Font, V. e Lima, V.M.R. (2015). A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 8(2): 1-41. https://repositorio.pucrs.br/dspace/bits-tream/10923/8814/2/A_nocao_de_idoneidade_didatica_e_seu_uso_na_formacao_de_professores_de_matematica.pdf
- Breda, A., Font, V. e Pino-Fan, L.R. (2018). Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema*, 32(60): 255-278. [10.1590/1980-4415v32n60a13](https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13)
- Coelho, M.O. e Jorge, M.S.B. (2009). Tecnologia das relações como dispositivo do atendimento humanizado na atenção básica à saúde na perspectiva do acesso, do acolhimento e do vínculo. *Ciência e Saúde Coletiva*, 14(1):1523-1551. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000800026>
- Cyrino, E. G., Toralles-Pereira, M. L., Oliveira, F. P. D. e Machado, M. H. (2020). Mapeamento das características da implantação de novos cursos de Medicina em universidades federais brasileiras. *Rev Panam Salud Publica*, 44(117):1-9. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.117>
- Fernandes, J.D., Ferreira, S.L.A., Oliva, D.S.R., Santos, M.P. e Costa, H.O.G. (2003). Diretrizes estratégicas para a implantação de uma nova proposta pedagógica na Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 56(4):392-5. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672003000400017>
- Franzen, T. (2022). O Estudo de Aula no contexto da formação de professores na Educação Popular: uma análise a partir dos Critérios de Idoneidade Didática. [Tese de mestrado, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://hdl.handle.net/10183/236519>
- Godino, J., Bencomo, D., Font, V. e Wilhelmi, M.R. (2006). Análisis y valoración de la

idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, Maracay, 27(2): 221-252. <https://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/idoneidad-didactica.pdf>

Godino, J., Batanero, C. e Font, V. (2008). Um enfoque onto-semiótico do conhecimento e a instrução matemática. *Acta Scientiae*, 10(2):7-37. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/62>

Godino, J. D. (2011). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In: *XIII CIAEM-IACME*. (pp.1-20). Recife: PE. https://www.ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino_indicadores_idoneidad.pdf

Gusmão, T.C.R.S. e Font, V. (2020). Ciclo de estudo e desenho de tarefas. *Educ. Matem. Pesq.*, 22(3): 666-697. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p666-697>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010). *Censo Demográfico*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comunicação Social. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>.

Júnior, C.J.S., Misael, J.R., Silva, M.R. e gomes, V.M. (2019). Educação médica e formação na perspectiva ampliada e multidimensional: consideração acerca de uma experiência multidimensional de ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43(1): 72-79. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v43n1RB20180141>

Lima, V.V. e Padilha, R.Q. (2018). *Reflexões e Inovações na Educação de Profissionais de Saúde*. (1 ed., pp. 1-122). Atheneu.

Martins, A.C., Frade, I.M.S.A. e Tinti, D.S. (2022). O programa residência pedagógica e a mobilização do conhecimento didáticomatemático: uma análise focalizando a idoneidade ecológica. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, 24(4): 385-421. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2022v24i4p385-421>

Minayo, M.C.S. (2012). Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3): 621-626. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300007>

Mitre, S. M., Siqueira-Batista, R., Girardi-de-Mendonça, J. M., Morais-Pinto, N. M., Meirelles, C. A. B., Pinto-Porto, C., Moreira, T., e Hoffmann, L. M. A. (2008). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(2): 2133-2144. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000900018>

Novato, V.O.L., Ferreira, V.R.S. e Paschoalotto, M.A.C. (2022). Aderência dos PPC de Medicina aos parâmetros da política de formação médica brasileira. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 46(3):1-8. <https://doi.org/10.1590/1981-5271v46.3-20210471>

- Oliveira, C.A., Senger, M.A., Ezequiel, O.S. e Amaral, E. (2019). Alinhamento de diferentes projetos pedagógicos de cursos de Medicina com as Diretrizes Curriculares Nacionais. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43(2):143-151. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v43n-2RB20180203>
- Oliveira, C.A., Amaral, E.M., Cyrino, E.G. e Gianini, R.J. (2021). Encontros e desencontros entre projetos pedagógicos de cursos de Medicina e diretrizes curriculares nacionais: percepções de professores. *Interface (Botucatu)*, 25(200076):1-15. <https://doi.org/10.1590/interface.200076>
- Palácio, M.A.G., Gonçalves, L.B.B. e Struchiner, M. (2019). A Narrativa do Aluno de Medicina na Formação em Atenção Primária à Saúde: Potencializando Espaços de Aprendizagem Mediados pelas Tecnologias Digitais. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43(1): 330-340. <https://doi.org/10.1590/1981-5271v43suplemento1-20190213>
- Pott, E.T.B. e Júnior, H.P. (2019). Mapeando os estudos sobre educação médica no Brasil: Tendências e perspectivas. *Revista SUSTINERE*, 7(1):132-152. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2019.38418>
- Resolução CNE/CES Nº 4, de 9 de novembro de 2001. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, 38.
- Brasil. (2001, 9 de novembro). Resolução CNE/CES nº 4, de 9 de novembro de 2001: Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina. Diário Oficial da União (Seção 1, p 38).
- Rezende, V.L.M., Rocha, B.S., Naghettini, A., Fernandes, M.R. e Pereira, E.G.S. (2019). Percepção discente e docente sobre o desenvolvimento curricular na atenção primária após Diretrizes Curriculares de 2014. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43(3): 91-99. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v43n-2RB20180237>
- Rocha, P.K., Prado, M.L., Wal, M.L. e Carraro, T.E. (2008). Cuidado e tecnologia: aproximações através do Modelo de Cuidado. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 61(1): 113-116. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672008000100018>
- Sousa, J.R., Moll, V.F., Gusmão, T.C.R.S. e Roseira, N.A.F. (2019). Contribuições do (Re)desenho de tarefas para aproximação da Matemática com o entorno social da escola. *Revista Práxis Educacional*, 15(33): 444-471. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=695478685022>



O DNA da Química: o teste de paternidade de Lavoisier na extensão universitária

- The DNA of Chemistry: Lavoisier's Paternity Test in University Outreach
- El ADN de la química: la prueba de paternidad de Lavoisier en la extensión universitaria

Natany Dayani de Souza Assai* 
Pedro Henrique Raposa Moreira** 
Emanuelle Alcantara Fernandes
Malvão e Souza*** 
Luis Otávio da Silva Barbosa**** 

Forma de citar este artigo:

de Souza Assai, N. D., Raposa Moreira, P. H., Malvão e Souza, E. A. F. e da Silva Barbosa, L. O. (2025). O DNA da química: o teste de paternidade de Lavoisier na extensão universitária. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 121 - 139. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22217>

Resumo

Este estudo apresenta uma investigação sobre os desdobramentos do júri simulado como ação extensionista na inter-relação entre licenciandos em Química e alunos da educação básica. A narrativa do Júri debateu a atribuição do título de "Pai da Química" a Lavoisier, utilizando a História da Ciência como pano de fundo para a discussão, cabendo aos alunos atribuírem um veredito ao caso. Os licenciandos elaboraram o roteiro e a dinâmica do júri. Posteriormente, desenvolveram a atividade com alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma cidade no sul-fluminense, no estado do Rio de Janeiro. A coleta dos dados compreendeu as respostas de ambos os grupos, subsidiadas pela análise de conteúdo. Os resultados evidenciaram que o júri atuou em uma tripla função: pedagógica, formativa e extensionista. A emergência das categorias C1 e C2 sugere que o júri simulado pôde contribuir para o desenvolvimento de habilidades críticas e argumentativas dos alunos, promovendo engajamento e protagonismo, enquanto as categorias C3, C4 e C5 evidenciam que a atividade promoveu a articulação entre ensino, extensão e pesquisa, ancorada em um processo pedagógico que contribuiu para a formação dos futuros professores de Química.

Palavras-chave

júri simulado; história da ciência; parceria universidade-escola; química

* Professora adjunta do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas – ICEx, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda -RJ, Brasil. natanyassai@id.uff.br

** Licenciando em Química, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda -RJ, Brasil. pedroraposa@id.uff.br

*** Licencianda em Química, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda -RJ, Brasil. emanuellealcantara@id.uff.br

**** Licenciando em Química, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda - RJ, Brasil. barbosa_luis@id.uff.br

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 05/10/2024
Data de aprovação: 25/04/2025
Data de publicação: 01/07/2025



Abstract

This study investigates the outcomes of a mock trial as an extension activity fostering the interaction between Chemistry pre-service teachers and secondary school students. The narrative of the trial revolved around debating the attribution of the title "Father of Chemistry" to Lavoisier, using the History of Science as a backdrop. Students were tasked with delivering a verdict on the case. The pre-service teachers developed the script and dynamics of the trial. Subsequently, the activity was carried out with Year 12 students from a school in the southern region of Rio de Janeiro state, Brazil. Data collection included responses from both groups, which were analysed through content analysis. The results revealed that the mock trial served three roles: pedagogical, formative, and as an extension strategy. The emergence of categories C1 and C2 suggests that the activity contributed to developing students' critical thinking and argumentative skills, fostering engagement and protagonism. Meanwhile, categories C3, C4, and C5 demonstrate that the initiative promoted the integration of teaching, outreach, and research, grounded in a pedagogical process that supported the training of future Chemistry teachers.

Keywords

mock trial; history of science; university-school partnership; chemistry

Resumen

Este estudio investiga los resultados del uso del juicio simulado como una acción extensionista en la interrelación entre futuros profesores de química y estudiantes de educación secundaria. La narrativa del juicio debatió la atribución del título de "Padre de la química" a Lavoisier, utilizando la Historia de la Ciencia como contexto para la discusión, y dejando en manos de los estudiantes la emisión de un veredicto. Los futuros docentes elaboraron el guion y la dinámica del juicio. Posteriormente, llevaron a cabo la actividad con estudiantes del tercer año de la escuela secundaria en una ciudad del sur del estado de Río de Janeiro, Brasil. La recolección de datos incluyó las respuestas de ambos grupos, analizadas mediante análisis de contenido. Los resultados evidenciaron que el juicio cumplió una triple función: pedagógica, formativa y extensionista. La aparición de las categorías C1 y C2 sugiere que el juicio simulado contribuyó al desarrollo de habilidades críticas y argumentativas de los estudiantes, promoviendo su compromiso y protagonismo, mientras que las categorías C3, C4 y C5 muestran que la actividad promovió la articulación entre enseñanza, extensión e investigación, basada en un proceso pedagógico que favoreció la formación de futuros profesores de química.

Palabras clave

juicio simulado; historia de la ciencia; alianza universidad-escuela; química

Introdução

A curricularização da extensão emerge com a resolução nº 7 do Conselho Nacional de Educação (CNE), publicada em 2018, em cumprimento da estratégia 7 da meta 12 do Plano Nacional de Educação (2014–2024), resultando na ampliação das discussões que remontam aos anos 2000 acerca das práticas institucionais enraizadas na universidade e que a afastam da sociedade para a qual foi concebida (Ministério da Educação, 2015, 2018). O objetivo é universalizar a extensão a partir da obrigatoriedade de inseri-la em um percentual mínimo em todos os cursos de graduação.

Tais documentos reforçam e ampliam a percepção da extensão iniciada desde 1999, com a Política Nacional de Extensão, que estabelece como diretrizes: “impacto e transformação”, “interação dialógica”, “interdisciplinaridade” e “indissociabilidade ensino-pesquisa-extensão” (FORPROEX, 2001).

A Resolução de 2018 apresenta a concepção atualizada da Extensão na Educação Superior, conforme o Artigo 5º do documento.

Art. 5.º Estruturam a concepção e a prática das Diretrizes da Extensão na Educação Superior: I) a interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos, da participação e do contato com as questões complexas contemporâneas presentes no contexto social; II) a formação cidadã dos estudantes, marcada e constituída pela vivência dos seus conhecimentos, que, de modo “interprofissional e interdisciplinar”, seja valorizada e integrada à matriz curricular; III) a produção de mudanças na própria instituição superior e nos demais setores da sociedade, a partir da construção e aplicação de conhecimentos, bem como

por outras atividades acadêmicas e sociais; IV) a articulação entre ensino/extensão/pesquisa, ancorada em processo pedagógico único, interdisciplinar, político educacional, cultural, científico e tecnológico. (Ministério da Educação, 2018, p. 34)

Nesse sentido, a extensão universitária deixa de representar uma função delegada às atribuições docentes na articulação com ensino e pesquisa — como era veementemente expressa em documentos anteriores —, passando a enfatizar a importância da interação dialógica e formação cidadã para os estudantes, além de construir um instrumento de transformação social tanto da instituição quanto da comunidade.

Gadotti (2017) ressalta que implementar tal curricularização não é uma tarefa trivial, dado o caráter polissêmico e complexo do próprio conceito. Entretanto, apesar da amplitude de compreensões possíveis, não se pode perder de vista seu aspecto primordial: envolver a comunidade externa nas atividades realizadas nos componentes curriculares dos cursos de graduação. O tipo de comunidade e os ambientes envolvidos diferem em função das características dos cursos, dos objetivos das ações, da natureza da interação e do público-alvo, mas é fundamental privilegiar essa “troca” entre os grupos em questão.

Neves Júnior e Maissiat (2021) apresentam quatro possíveis alternativas para a implementação da creditação da extensão nos cursos de graduação, a saber: elaboração de disciplinas de extensão; vinculação de atividades de extensão a disciplinas existentes; programa de extensão institucional nas unidades acadêmicas; ou normatização aberta e flexível para creditação da extensão.

Entre as ações possíveis, o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Fluminense (UFF), Campus Volta Redonda,

incorporou as atividades extensionistas em disciplinas do curso, adotando o viés do diálogo e das ações colaborativas entre a Universidade e a Escola, buscando um ambiente de reflexão para vivenciar a prática como componente curricular, nos marcos da Resolução CNE/CP n.º 2, de julho de 2015 (Ministério da Educação, 2015; Oliveira et al., 2023).

Dentre as variadas ações realizadas semestralmente, tais como oficinas temáticas, mostras de História da Ciência e divulgação científicas em praças da cidade, apresenta-se neste estudo a elaboração e implementação de um júri simulado como parte integrante dessas ações. Desse movimento, emerge a questão investigativa: de que forma um júri simulado possibilita efetivar-se como uma ação extensionista em um curso de Licenciatura em Química?

Formação de professores e júri simulado

O campo da formação de professores está associado a uma constante análise e revisão das práticas docentes como um mecanismo de repensar a formação inicial e continuada, com vistas à melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a prática docente ultrapassa a tendência da racionalidade técnica, pautada na apreensão de práticas e habilidades técnico-mecânicas, buscando uma compreensão ampla de concepções pedagógicas, gestão e mediação de conceitos, pautados numa tendência crítica e transformadora da realidade. É imprescindível, ainda, que a educação seja entendida como um processo civilizatório, no qual uma relação dialógica professor-aluno se faz necessária. Para uma prática pedagógica investigativa, deve haver certo grau de compartilhamento de informações entre os sujeitos presentes no processo de ensino e aprendizagem (Pimenta, 1997).

Atrelado a isso, é muito importante estimular a habilidade de argumentação e mediação no cotidiano escolar, visto que é um ponto fulcral para o exercício da cidadania. Assim, Vieira e colaboradores (2014) afirmam que a formação de professores é o espaço fértil para o desenvolvimento da transformação de ideias e práticas reflexivas e críticas, o que garante mais facilidade para serem introduzidas, discutidas e aplicadas as práticas argumentativas.

Na relação dialógica professor-aluno dos processos de ensino aprendizagem, essa capacitação docente tem por finalidade corroborar para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que, segundo Libâneo (1994), possibilitem ao aluno uma participação cognitivamente ativa, ou seja, se torne o protagonista na construção do conhecimento, deixando de ser um mero espectador.

Contrapondo a ideia da ciência como uma construção de conhecimento estático e estagnado no tempo, Capecchi (2004) afirma que, no contexto do ensino de Ciência, a argumentação é uma ferramenta importante para promover uma troca de ideias entre os alunos e a elaboração coletiva de explicações, fortalecendo a compreensão da perspectiva de construção coletiva do fazer científico e,

assim, o estabelecimento de uma comunidade cujas teorias estão em constante processo de avaliação. Isso fomenta características de uma “cultura científica” por meio da reprodução e produção de conhecimentos discursivos através da compreensão da linguagem científica e de seu papel relevante na transmissão e apreensão dos conhecimentos (Driver, Newton & Osborne, 1999).

Nesse sentido, concebem-se os processos de ensino-aprendizagem como coletivos e a aprendizagem como um ato social. Osório (2003, p. 70) aponta que o ato de conversar, por exemplo, pressupõe um espaço de transformação conjunta, que ocorre simultaneamente entre os pares da conversa, possibilitando, assim, uma mudança no pensar, no agir, no perceber ou até no sentir dos envolvidos.

Anastasiou (2004) apresenta a estratégia do júri simulado, na qual os participantes devem apresentar argumentos de defesa e acusação a partir de uma situação-problema e, assim, ao participar dessa estratégia, acabam por desenvolver, conscientemente ou não, uma série de “operações de pensamento” como imaginação, interpretação, argumentação, análise, tomada de decisão, levantamento de hipóteses, entre outras. O objetivo é levar os participantes à pesquisa e compreensão aprofundada do tema proposto, bem como à proposição de um bom argumento sobre a situação apresentada.

De acordo com Mendonça e Justi (2013, p. 196), a argumentação científica pode ser compreendida como um processo social de justificativa de conclusões, que se dá a partir da coordenação de dados e teorias científicas, sendo que a avaliação do conhecimento é seu aspecto central. A proposição de um argumento ocorre mediante a uma interação entre os pares que objetiva produzir as melhores decisões possíveis — no caso do júri

simulado, é através do debate e da discussão no decorrer da própria atividade. Logo, um bom argumento é aquele que for constituído de afirmativas sustentadas por evidências e razões suficientes e relevantes.

Anastasiou (2004) demarca que, ao aplicar o júri simulado como estratégia pedagógica, abrem-se caminhos para o desenvolvimento e construção de conhecimentos coletivos estimulando a participação ativa e central dos alunos em todas as etapas, em que os atuantes devem estar atentos ao seu arcabouço teórico, bem como conseguirem mobilizar argumentos fortes o suficiente para se fazerem convincentes aos ouvintes — e vice-versa.

Investigações como Silva (2022) e da Costa (2018|) utilizaram o júri simulado como estratégia pedagógica para abordar temas na interface com a disciplina de Química. Silva (2022) explora a alteração das estruturas químicas do cabelo na técnica de alisamento através da escova progressiva em uma turma de Ensino Médio. Consoante a autora, os alunos que participam dessa estratégia são instigados a mobilizar novas aplicações para resolução de inquietações cotidianas a partir do arcabouço teórico dos conteúdos químicos.

Ademais, da Costa (2018), dentre uma série de atividades, utiliza o júri simulado para abordar a temática dos agrotóxicos em uma turma de Ensino Médio de uma escola situada em uma zona periférica do Distrito Federal. A narrativa descreve um caso de contaminação local de uma cidade devido ao uso de agrotóxicos. Como resultados, o autor reitera que a atividade proporcionou uma mudança de atitude na turma, além da reflexão crítica sobre a viabilidade dos agrotóxicos; também, que a dinâmica de trabalho de grupo estimulou os alunos a se verem enquanto um conjunto, desenvolvendo a argumentação,

tanto para a defesa quanto para a acusação, de modo que se identificassem enquanto coletivo em um processo de esforços cooperativos.

Depreende-se, portanto, que o júri simulado é uma estratégia que permite ao docente atribuir aos alunos o papel de maior centralidade no processo de ensino e aprendizagem, ficando sob a responsabilidade dos discentes o desenvolvimento de teses de defesa e acusação a fim de convencer o júri sobre suas posições, explorando a argumentação baseada nos conteúdos químicos e relacionando o caso do Júri com os conceitos da Química presentes na situação. Assim, pode-se dizer que a estratégia promove a compreensão de trabalhos coletivos, contrapondo a ideologia individualista que permeia a sociedade.

No âmbito da formação de professores, a atividade busca desenvolver características investigativas nos licenciandos, uma vez que permite refletir sobre sua prática de maneira crítica, desenvolvendo uma estratégia de ensino em um contexto real de ensino médio. Dessa forma, tanto o planejamento quanto a execução da atividade são permeadas por questionamentos e reflexões que perpassam os problemas relacionados à profissão, contribuindo efetivamente para a constituição da sua identidade docente (Maldaner, 2006). Nesse ínterim, esse estudo visa investigar os desdobramentos do júri simulado como ação extensionista na inter-relação entre licenciandos em Química e alunos da educação básica.

Descrição da experiência

O júri simulado foi elaborado no âmbito das disciplinas de Pesquisa e Prática Educativa III e IV (7º e 8º período) de um curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública localizada na região sul-fluminense. No curso em questão, a carga horária de extensão está distribuída no currículo embutida nas disciplinas em diferentes períodos, favorecendo uma vasta experiência extensionista no decorrer da formação. Participaram da execução da proposta 12 licenciandos matriculados nas disciplinas, codificados como L1, L2... L12, os quais foram responsáveis pela construção da estrutura do roteiro, atividade e execução do júri, com o auxílio da professora formadora de ambas as disciplinas.

A implementação da ação extensionista ocorreu em um colégio estadual de nível médio, localizado em uma cidade nos arredores da universidade. O júri químico integrou uma das diversas atividades desenvolvidas, que contemplaram também mostras de experimentos e oficinas. Para a ação analisada (júri simulado), participaram 25 alunos de 2º e 3º ano do Ensino Médio. Antes de iniciar, os alunos foram orientados sobre sua participação como júri e informados de que o objetivo era chegar a um veredito ao final da exposição. Dessa forma, foi disponibilizado a eles um roteiro para auxiliar na dinâmica. Os alunos foram divididos em cinco grupos menores, denominados G1 a G5, para que pudessem discutir entre si, chegar a uma decisão e expor oralmente os respectivos vereditos.

Posteriormente à realização da atividade, os licenciandos realizaram uma autoavaliação sobre o processo de elaboração e execução do júri, composto por seis questões, a saber:

1. Como me senti quando foi sugerido o júri como atividade de extensão?
2. Descreva sua experiência com a extensão.
3. Cite três pontos positivos e três pontos negativos identificados na atividade.
4. Como contribui individualmente para a produção coletiva?
5. Como me senti após a execução da atividade?
6. Quais as sugestões e ajustes para o Júri, em caso de aplicações futuras.

Buscando contemplar o caráter extensionista da ação proposta, a análise desse estudo ocorre mediante triangulação de dados (Zappellini & Feuerschütte, 2015), obtidos a partir da autoavaliação dos licenciandos extensionistas e também das respostas obtidas pelos grupos de alunos mediante a implementação do júri.

“Lavoisier, o pai da química”?

Para os pesquisadores Fagundes, Leão e Lopes (2018), o júri simulado, enquanto estratégia pedagógica no Ensino de Ciências, desenvolve diversas habilidades no corpo discente, tais quais: a capacidade de realizar pesquisas, formular argumentos e fortalecer o senso crítico; visto que exige um certo comprometimento de todos os participantes. Ademais, Azevedo e colaboradores (2017) enfatizam que essa atividade possui a finalidade principal de refletir sobre assuntos controversos na sociedade. Dessa forma, a escolha de um júri simulado, para discutir sobre o título dado a Lavoisier

como representante e “Pai da Química”, se torna extremamente relevante e funcional. Outrossim, para Anastasiou e Alves (2004), esta atividade se define como:

É uma simulação de um júri em que, a partir de um problema, são apresentados argumentos de defesa e de acusação. Pode levar o grupo à análise e avaliação de um fato proposto com objetividade e realismo, à crítica construtiva de uma situação e à dinamização do grupo para estudar profundamente um tema real (Anastasiou & Alves, 2004, p. 92)

De acordo com Silveira e Neto (2007), na comunidade científica e escolar, é extremamente comum realizar naturalmente a associação da figura do cientista Antoine Lavoisier como “Pai da Química”, com a construção dessa relação intrínseca possivelmente associada ao trabalho de historiadores na literatura científica. Entretanto, é possível encontrar textos informando a existência de diversas outras personagens da História da Ciência que participaram da sua construção muito tempo antes do cientista francês, como, por exemplo, Taputi-Belatecalim, que viveu por volta de 1200 a.C., a qual é referida como a primeira Química do mundo (Assai et al., 2023).

No que se refere à História da Ciência, diversos episódios possuem divergências ou pluralidade de ideais que mediam discussões entre pessoas sobre temas que envolvem ciência, como a paternidade da Química dada a Lavoisier ou a Teoria do Flogisto, denominada pelos autores como controvérsias científicas (Álvarez & Chacón, 2024; Pabón & Munoz, 2014). Segundo Pabon & Munoz (2014), as controvérsias científicas são ferramentas críticas necessárias para refletir sobre os prós e os contras de avanços científicos e tecnológicos que influenciam a sociedade.

Isto posto, foi montado então um júri simulado que discuta esse lugar de “pais da Química”, o qual é extremamente controverso na Ciência. Para isso, os licenciandos L1, L2... L12 foram distribuídos em diversas funções, as quais foram essenciais para a produção do júri, como pode ser observado no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1. Relação dos participantes da atividade

Licenciando	Função	Descrição
L1	Juiz	Dirigir o andamento do julgamento
L2	Advogada de Defesa	Defender a ideia de que o cientista francês é o “Pai da Química”
L3	Advogada de Acusação	Contrapor a ideia de que a Química surgiu com Lavoisier
L4-L9	Testemunhas	Interpretar os principais personagens da História da Ciência, nesse contexto, para facilitar o entendimento do júri
L10-L12	Organização	Permitir que todos os alunos e licenciandos tenham o suporte adequado para o desenvolvimento da atividade

Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, foi realizada uma pesquisa histórica buscando os principais personagens envolvidos na vida de Lavoisier para serem apresentados como testemunhas, de forma que os alunos da rede pública tivessem acesso ao conhecimento suficiente para chegar a um veredito final. Assim, as testemunhas escolhidas para o julgamento interpretados pelos licenciandos L4-L9 estão detalhados no Quadro 2.

Quadro 2. Relação dos personagem-testemunhas do júri simulado

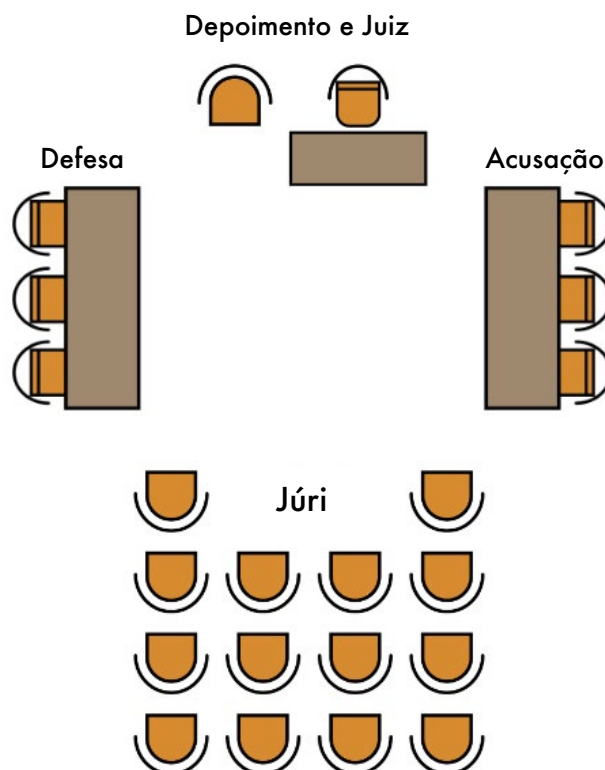
Testemunha	Função	Descrição	Argumento
Lavoisier	Defesa	Réu	Defender seu posto como “Pai da Química”
Marie Anne Paulze	Defesa	Esposa de Lavoisier	Explicar a importância de Lavoisier para o avanço da Ciência
Jacques Paulze	Defesa	Sogro de Lavoisier	Explicar a relação de Lavoisier e Marie Anne com o desenvolvimento científico
Taputi	Acusação	Considerada a primeira Química da História	Elucidar que, embora Lavoisier tenha o título paterno, historicamente o surgimento da Química se deu com ela
Joseph Priestley	Acusação	Cientista que descobriu o oxigênio	Contrapor o argumento de que Lavoisier foi o único responsável pela descoberta do oxigênio
Paul Marat	Acusação	Porta-voz do grupo dos jacobinos	Representar a ideia da comunidade jacobina da época, de que Lavoisier era um traidor da Revolução

Fonte: elaboração própria.

Posterior a divisão de tarefas entre os licenciandos, foi criado, em um documento compartilhado via Google Drive, um esboço de um roteiro para cada participante esboçar suas falas e argumentos e, com isso, serem realizados três encontros para ensaio. No dia

da execução do júri, a escola disponibilizou o anfiteatro da escola, o qual correspondia a uma sala de aula ampla, na qual os licenciandos responsáveis pela organização rearranjaram a sala de aula da seguinte forma:

Figura 1: Organização do espaço onde ocorreu o júri-simulado



Fonte: elaboração própria.

Atrás da carteira do Juiz, foi colocado um projetor que transmitiu um vídeo introdutório sobre quem foi o cientista Antoine Lavoisier, como forma de contextualização para os alunos. Ao lado da mesma carteira, foi disposta uma cadeira para cada depoimento, conforme o juiz foi conduzindo o simulado. No espaço da acusação e defesa, foram alocadas as advogadas e suas testemunhas que, ao de-

por, era transmitido pelo projetor a imagem delas com o nome, para nortear os alunos do júri. Por conseguinte, os licenciandos da organização dividiram os alunos do júri em cinco grupos, G1, G2... G5, e entregaram um questionário discursivo para que os alunos do júri preenchessem durante a observação da atividade, com os enunciados dispostos no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3. Relação das questões envolvidas no questionário do júri

Código	Enunciado	Descrição
QA1	Identidade e depoimentos das testemunhas	Anote o papel das seguintes testemunhas (a favor ou contra Lavoisier) e sua relação com Lavoisier
QA2	Ponto principal do argumento da acusação	Anote um breve resumo do principal argumento apresentado contra Antoine Lavoisier
QA3	Ponto principal do argumento da defesa	Descreva o principal argumento apresentado pelos defensores em favor de Antoine Lavoisier
QA4	Veredito do grupo	Com base nos argumentos, evidências e depoimentos que você ouviu, qual é sua opinião sobre a culpa ou inocência de Antoine Lavoisier?
QA5	Justificativa	Explique sua decisão, mencionando quais foram os pontos mais determinantes que influenciaram sua opinião

Fonte: elaboração própria.

Dessa forma, o roteiro foi elaborado pensando na melhor organização para o encadeamento de ideias do júri, permitindo que o veredito final refletisse a compreensão coletiva de todas as etapas. Ao final dos depoimentos, o juiz se reuniu com a pessoa representante de cada um dos grupos do júri para que fizessem uma discussão sobre o veredito final: Lavoisier realmente ainda pode ser considerado o “Pai da Química”?

Com o final da discussão, cada representante foi até a cadeira de depoimento para argumentar sobre a decisão do seu grupo, votando a favor ou contra a questão norteadora e, como era um número ímpar de grupos, não teria como haver empates.

O movimento analítico pautou-se na análise de conteúdo (Bardin, 2011). Decorrente da leitura flutuante dos dados, o corpus foi delimitado em função dos objetivos da pesquisa — investigar os desdobramentos do júri simulado como ação extensionista na inter-relação entre licenciandos em química e alunos da educação básica. Portanto, as análises das respostas dos alunos contemplam as questões QA2 a QA5, enquanto os dados dos licenciandos e contemplam Q1, Q3 e Q5. Para a codificação, o código QA indica questões direcionadas a alunos do ensino médio e Q é o código das questões respondidas pelos licenciandos. O processo de categorização permitiu a emergência de cinco categorias e suas respectivas subcategorias, das quais c1 e c2 representam categorias oriundas das respostas dos alunos da educação básica e c3, c4 e c5 representem as categorias emergentes das respostas dos licenciandos. A seguir, apresentamos o movimento descritivo e interpretativo desse processo.

Dois lados de uma mesma moeda

O primeiro movimento analítico visa compreender se o desenvolvimento do júri simulado elaborado pelos licenciandos correspondeu à função pedagógica

proposta. Após a aplicação da atividade, foi solicitado aos alunos que estavam compondo o júri que respondessem um questionário, descrito anteriormente no Quadro 3. Entretanto, para fins de análise e compreensão dos resultados, a questão Q1 foi excluída do corpus, uma vez que servia apenas como um auxílio para o júri conseguir identificar as testemunhas no decorrer da dinâmica.

Assim, as unidades de registro compreendem as respostas na íntegra, as quais foram codificadas indicando o grupo (G1...G5), se-

guido da questão a que se refere. Por exemplo, a unidade G1Q3 compreende a resposta do grupo G1 para a terceira questão. As respostas obtidas para as demais questões compreendem 20 unidades de análise que originaram duas categorias emergentes: c1-Lavoisier é Pai da Química e c2-Lavoisier não é Pai da Química; os quais representam as inclinações e percepções dos grupos no que diz respeito à discussão sobre o protagonismo único atribuído a Antoine Lavoisier na Ciência Moderna, como é possível observar no Quadro 4.

Quadro 4. Descrição da categorização das respostas dos alunos da educação básica

Categoria	Subcategoria	Descrição	Total	Respostas	Exemplos
c1-Lavoisier é o pai da Química	c1.1- Contribuições de Lavoisier	Argumentos que dão ênfase nas contribuições de Lavoisier que revolucionaram a Ciência	4	g1q3; g2q3; g3q3; g4q3	O réu disse e afirmou ser o pai da química por conta de seus experimentos e suas descobertas para a ciência, ele diz que não descobriu o oxigênio, mas teve uma grande participação. Nesse período ele descobriu outro elemento, ele acha que seu trabalho transformou a química no que ela é hoje. (G2Q3)
	c1.2- Absolvição	Corresponde ao veredito dado, o qual aceita deixar Lavoisier com o título de "Pai da Química"	2	g1q5; g1q4	Ele gerou, trouxe o conceito e aplicou-a no cotidiano. (G1Q5)
c2 Lavoisier não é o Pai da Química	c2.1 - Ciência Coletiva	Entende que a Ciência não é um trabalho individual, sendo feito em conjunto com outras pessoas	5	g3q2; g4q2; g5q3; g3q5; g5q5	O júri declara o réu não sendo o pai da química com base nas acusações, em todos os seus experimentos ele teve ajuda das pessoas. (G2Q4)
	c2.2- Crítica Pessoal	Corresponde aos argumentos que contrapõe a ideia de que Lavoisier é o protagonista da Química	5	g1q2; g2q2; g2q5; g4q5; g5q2	Mesmo que ele tenha várias descobertas, tudo o que ele fez foi baseado nos estudos dos outros. Abusava de sua condição financeira para dar mais visibilidade aos seus estudos. O réu tinha status e condição financeira para proteger sua mulher e dar os devidos créditos a ela e aos que colaboraram de perto em seus estudos. (G4Q5)
	c2.3 - Condenação	Corresponde ao veredito que não concorda em dar o título de "Pai da Química" ao Lavoisier	4	g2q4; g3q4; g4q4; g5q4	Antoine Lavoisier pode ser um grande nome, mas não o principal. (G3Q2)

Fonte: elaboração própria.

Inicialmente, a categoria c1 expressa as falas dos alunos que entendem a importância do cientista francês continuar recebendo o título de paternidade da Química, a partir de duas subcategorias: c1.1- contribuições de Lavoisier e c2.2- absolvição. Na primeira, os grupos apresentam justificativas que reforçam o impacto de suas contribuições para o desenvolvimento da Ciência (n=4), enquanto na segunda, discorrem sobre o veredito final de absolvição para Lavoisier (n=2).

Nesse sentido, Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1993) defendem a ideia de que houve o “nascimento” da Química, enquanto área da Ciência, a partir das contribuições realizadas por Antoine Lavoisier no século XVIII, uma vez que ao desbancar a teoria do flogisto, com suas leis utilizadas até os dias atuais, o cientista promove o espaço ideal para que uma nova área científica surgisse com embasamentos teóricos e práticos suficientes, o tornando assim uma referência quando se fala em “paternidade” científica (Silveira & Neto, 2007). Essa ideia, então, foi exposta e argumentada pelos alunos que defenderam a permanência dessa posição ao cientista, como pode ser observada na fala do grupo G2:

O réu disse e afirmou ser o pai da química por conta de seus experimentos e suas descobertas para a ciência, ele diz que não descobriu o oxigênio, mas teve uma grande participação e nesse período ele descobriu outro elemento, ele acha que seu trabalho transformou a química no que ela é hoje. (G2Q3)

Entretanto, em oposição à categoria c1, emerge a categoria c2 e suas respectivas subcategorias, que expressam as respostas que desconsideram Lavoisier como “Pai da Química”, mesmo com suas contribuições à comunidade científica. Para justificar tal posicionamento, a subcategoria c2.1 apresentam as respostas (n=5) nas quais o argumento fundamenta-se na ideia de que a Ciência é produzida coletivamente, e que essa posição potencializa o apagamento de outros cientistas que contribuíram nesse processo e reforça uma visão reducionista da História da Ciência. A subcategoria c2.2 contempla as respostas (n=5) que abordam críticas pessoais quanto a fatos e decisões relacionadas diretamente à vida pessoal de Lavoisier, enquanto c2.3 contempla as respostas (n=4) que atribuem o veredito final de condenação do cientista, no qual ele perderia o seu título. Ademais, segundo Tosi (1989) a descoberta do oxigênio atribuída ao cientista francês representa um dos principais fatores que contribuem para que ele possua tal título. Entretanto, essa descoberta não foi realizada única e exclusivamente por ele. Djerassi e Hoffmann (2004) discutem justamente sobre como o processo de fazer Ciência se dá coletivamente, poucas vezes sendo individual, isto pois

Scheele foi o primeiro a identificar em laboratório, por volta de 1772, o elemento que ele chamou de “gás da vida”. Em 1774, Priestley faria o mesmo de forma independente na Inglaterra, com uma diferença: ele tornou pública a obtenção de seu “ar desflogisticado”. No entanto, ambos enquadram a descoberta na teoria do flogístico, que seria superada na química moderna. E aí entra Lavoisier: em 1777, ele ofereceu uma interpretação adequada para o papel daquele novo elemento, que ele batizou de oxigênio. (Djerassi & Hoffmann, 2004, p. 8)

Dessa forma, é possível visualizar a existência de outros cientistas que também participaram do evento de “nascimento” da Química enquanto Ciência, juntamente com Lavoisier e que, muitas vezes, não são mencionados da mesma forma. Entretanto, não foram apenas esses cientistas que contribuíram em conjunto com Antoine pois, segundo Santos (2018), sua esposa Marie-Anne Paulze também foi uma peça fundamental para o desenvolvimento científico, devido à sua fluência em diversos idiomas que permitia ao cientista francês acessar às discussões da comunidade científica exterior, bem como sua presença indispensável nas pesquisas de laboratório. Assim, os alunos justificaram a posição de ser contra a permanência do título a Lavoisier argumentando que

Mesmo que ele tenha várias descobertas, tudo o que ele fez foi baseado nos estudos dos outros. Abusava de sua condição financeira para dar mais visibilidade aos seus estudos. O réu tinha status e condição financeira para proteger sua mulher e dar os devidos créditos a ela e aos que colaboraram de perto em seus estudos. (G4Q5)

Após a categorização das respostas dos alunos, foi possível analisar que apenas 30% ($n = 6$) delas se posicionaram a favor da inocência de Lavoisier, ou seja, consideraram-no como o legítimo “Pai da Química. Inferimos que tal interpretação dos alunos remete a grande contribuição de Antoine para a ciência, especialmente no que diz respeito à formulação da Lei de Conservação das Massas e à sistematização da Química Moderna (Lambach & Marques, 2014). Além disso, muitos podem ter sido influenciados pela forma como Lavoisier é tradicionalmente retratado nos livros didáticos, reforçando sua imagem como pioneiro isolado, sem necessariamente considerar as contribuições de outros cientistas que o precedem ou trabalharam em paralelo.

No entanto, pode-se observar que a atividade cumpriu com seu propósito ao reconhecerem que Antoine Lavoisier não deve ser considerado o “Pai da Química” isoladamente, compreendendo 70% ($n = 14$) das unidades de análise, corroborando com uma interpretação de que, embora Lavoisier tenha contribuído significativamente para o desenvolvimento da química, a ciência é uma construção coletiva, na qual diversos cientistas ao longo do tempo contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento químico (Velterop, 2017). Essa percepção reflete uma visão mais ampla e crítica da história da ciência, valorizando a colaboração e o progresso gradual que caracterizam o avanço científico.

Os resultados permitiram identificar que a proposta e roteiro idealizados pelos licenciandos cumpriram o objetivo pedagógico com os alunos da escola, uma vez que possibilitaram aos alunos refletirem sobre aspectos relacionados a esse episódio histórico com criticidade, a partir de subsídios históricos e científicos fornecidos no decorrer da narrativa.

No viés formativo, o segundo movimento analítico contemplou analisar as percepções dos licenciandos sobre a elaboração e execução do júri como componente extensionista. Assim, foram analisadas as respostas dos 12 licenciandos para as questões: como me senti quando foi sugerido o Júri como atividade de extensão? Cite três pontos positivos e três pontos negativos identificados na atividade. Como me senti após a execução da atividade?

O movimento de unitarização das respostas dos licenciandos resultou em 62 unidades de análise, as quais foram organizadas em três categorias, a saber: c3—aspectos positivos do júri simulado; c4—aspectos negativos do júri; c5—sentimentos pessoais relacionados ao desenvolvimento do júri simulado. Tais categorias desdobraram-se em subcategorias, como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5. Descrição da categorização das respostas dos licenciandos

Categoria	Subcategoria	Descrição	Total de UA	Exemplos
c3—aspectos positivos do júri simulado	c3.1 Participação e/ou envolvimento dos alunos	Respostas que atribuem como pontos positivos a atividade e o envolvimento dos estudantes da escola	8	Engajamento e compreensão do tema pelos alunos, envolvimento dos graduandos com a história da química, devido à personificação, divulgação científica por meio de algo dinâmico e lúdico que prende a atenção do público. (L5) Interação com os alunos[...] (L3)
	c3.2 Contextualização do ensino e variação metodológica	Respostas que atribuem como contribuição a contextualização do ensino e variação nas metodologias de ensino	5	Interação com os alunos; contextualização entre química e meios jurídicos; união entre as duas PPES. (L3)
	c3.3 Desenvolvimento de habilidades	Respostas que indicam a percepção de habilidades desenvolvidas ao longo da aplicação do júri simulado	4	Comunicação com o trio.; bom gerenciamento das atividades propostas (L1). Desenvolvimento de habilidades críticas, tais quais o pensamento crítico e argumentação oral (L8).
c4 Aspectos negativos do júri simulado	c4.1 Dificuldade de organização e aplicação da atividade	Respostas que relatam dificuldades organizacionais na atividade	4	No dia da extensão eu fiquei um pouco nervoso antes da apresentação começar, também estava meio preocupado com o fato de que eu não tinha uma roupa adequada, mas isso também foi resolvido no dia. (L11)
	c4.2 falta de tempo de preparo	respostas que atribuem a escassez de tempo para elaboração do júri para um resultado melhor	8	falta de tempo para organização. Sendo este um ponto negativo de sua sugestão, visto que existia um receio de faltar informações necessárias para que entendessem o contexto da discussão. (L8) atrasamos a preparação para ensaiar; o tempo curto para apresentação dos personagens (L2).
	c4.3 Dificuldades infraestruturais	Respostas que mencionam as dificuldades estruturais desde logística à infraestrutura da escola	4	o fato de termos tido que ir a escola ao invés de conseguir trazer os alunos até a UFF, ser algo mais teatral. (L6)
c5 Sentimentos pessoais relacionados ao júri simulado	c5.1 Sentimentos prévios	Respostas dos licenciandos acerca das expectativas e emoções na fase de planejamento do júri simulado	14	Me senti desafiada já que é um modelo de atividade que ainda não tinha participado, nem na minha caminhada acadêmica e nem no ensino básico (L9) Me senti com um pouco de medo, pois era uma atividade fora da rotina. Ou seja, algo novo. (L10)
	c5.2 Sentimentos pós-atividade	Respostas dos licenciandos acerca dos sentimentos posteriores ao desenvolvimento do júri simulado	15	Feliz pela participação ativa dos alunos, e feliz por dar tudo certo e o júri simulado ser um sucesso. (L4) Isso contribuiu para uma sensação de alívio ao final da atividade. (L8)
TOTAL			62	

Fonte: elaboração própria.

A categoria c3 contempla 27% das respostas dos licenciandos (n=15) que discutem as contribuições do formato da atividade de extensão desenvolvida, as quais versam sobre três aspectos principais, as quais originaram as subcategorias: participação e/ou envolvimento dos alunos, contextualização do ensino e variação metodológica e desenvolvimento de habilidades. Como aponta Pimenta (1997), a formação docente não está ligada a prática de uma atividade burocrática em que consiste na aquisição de conhecimentos e habilidades puramente mecânicas e técnicas, longe disso, pois se demanda a capacidade de mobilizar os conhecimentos da teoria da educação e da didática, em como refletir sobre sua própria prática docente que passa por rever e incrementar as metodologias, em uma perspectiva investigativa. Assim, a ferramenta do júri simulado corrobora sob o aspecto formativo, uma vez que se evidenciou nas respostas dos licenciandos em c3.2 as discussões acerca de pressupostos teóricos e metodológicos, como discussões sobre a importância da contextualização, História da Ciência, além do próprio júri-simulado como estratégia didática. Além disso, na subcategoria c3.3 os licenciandos reiteram as habilidades desenvolvidas, incluindo a comunicação entre o grupo, organização, gerenciamentos das ações propostas e desenvolvimento de argumentação. Reitera-se que esses elementos constituem o processo de construção da identidade desses licenciandos como professores.

Já a subcategoria c3.1 representa a maior quantidade de respostas dessa categoria, indicando que a participação dos alunos e a interação proporcionada entre alunos e licenciandos constitui a contribuição principal da execução da atividade. Os licenciandos reiteram que “é notório que cativou os alunos”, “engajamento e compreensão do tema”, “interação com os alunos”, corroborando ao

objetivo inicial da ação e também ao princípio normativo previsto no Art. 5 da Resolução de 2018 para a extensão, em seu item i) “a interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos, da participação e do contato com as questões complexas contemporâneas presentes no contexto social” (Ministério da Educação, 2018, p. 34).

c4 refere-se aos aspectos negativos da atividade percebidos pelos licenciandos, representando 26% das respostas (n=16) para a referida categoria. O grupo relatou dificuldades de logística e organização, tempo disponível para elaboração e planejamento da atividade e das dificuldades de infraestrutura. Na subcategoria c4.1, os licenciandos ressaltam as dificuldades organizacionais na execução do júri, tais como organizar os alunos na sala e ausência de figurino. Ao encontro dessa ideia, a subcategoria c4.3 apresenta respostas nas quais os licenciandos argumentam que a logística para ir à escola e a adequação do júri a um espaço disponibilizado pela mesma são aspectos que promoveram desafios à implementação do júri. Depreende-se, portanto, que essa atividade requereu dos licenciandos flexibilidade para se ajustar às condições disponíveis.

Já a subcategoria c4.2-falta de tempo foi a subcategoria com maior quantidade de respostas (n=8), nas quais os licenciandos apontaram como insuficiente o tempo disponível para o processo de construção prévia do júri simulado, demarcando que estratégias e metodologias que fogem da prática tradicional expositiva de ensino não são triviais e demandam maior preparo. L8, expôs que esse tempo reduzido para organizar anteriormente o Júri gerou um receio de que os alunos da escola não compreendessem a atividade em decorrência da falta de informações necessárias para contextualizar o que se pretendia com o caso proposto. Ou seja, havia uma preocupação do

grupo de que o júri evidenciasse as informações suficientes para os alunos estabelecerem argumentos válidos e chegarem a um veredito coerente sobre Lavoisier. Apesar da escassez de tempo para planejamento, a emergência das categorias c1 e c2, que expressam as respostas dos alunos, reitera que o júri permitiu aos alunos dados suficientes para embasarem sua tomada de decisão, uma vez que os cinco grupos conseguiram estabelecer argumentos coerentes. Nesse sentido, é perceptível que essa subcategoria expressa a reflexão dos licenciandos com o planejamento da ação didática e a compreensão da complexidade da ação docente, ao colocarem os alunos no centro de suas práticas. Tal fato evidencia mais uma vez, o caráter formativo do júri nesse formato.

Na categoria c5 os licenciandos expressaram seus sentimentos pessoais sobre a atividade, nas quais foram alocadas 47% das unidades de registro. c5 desdobrou-se em duas subcategorias: c5.1 e c5.2. Na subcategoria c5.1 - sentimentos prévios, os licenciandos declararam suas emoções sob três vieses distintos: curiosidade e desafio (n=4), receio e insegurança (n=8); discordância (n=2). É possível perceber que a maioria dos licenciandos demonstrou receio em executar uma atividade totalmente nova, utilizando adjetivos como “medo”, “apreensão” e “insegurança”. Numa interface intermediária, l2, l7, l8 e l9 (n=4) adotaram a atividade proposta como um desafio, uma sensação de se enfrentar um obstáculo. Na contramão, dois licenciandos admitiram que inicialmente foram contrários à realização da atividade. A emergência de c5.1 ressalta o incômodo atribuído à proposição de uma estratégia metodológica que não haviam desenvolvido ainda no decorrer do curso.

Na subcategoria c5.2, todavia, é a conexão entre a sensação de dever cumprido após realizar uma boa atividade perante o Ensino Médio da escola em questão, utilizando adjetivos como “alívio”, “felicidade pela participação dos alunos”, bem como da superação dos receios prévios como revelou l10 “que sentira medo” por ser uma atividade não rotineira. Pimenta (1997) exprime que entre as práticas docentes está a experimentação metodológica e o enfrentamento de situações de ensino complexas. Ou seja, a práxis docente passa constantemente por uma revisão de práticas culturalmente institucionalizadas e tradicionais, em um movimento de interpretação das situações e contextos em que o professor atua.

Considerações finais

Buscando responder à questão investigativa — de que forma um júri simulado possibilita efetivar-se como uma ação extensionista em um curso de Licenciatura em Química? — os resultados apontaram que o mesmo atuou em uma tripla função: pedagógica, formativa e extensionista.

Os resultados da implementação da dinâmica com os alunos e a emergência das categorias c1 e c2 sugerem que o júri-simulado pôde atuar no desenvolvimento de habilidades críticas e argumentativas, promovendo engajamento e

protagonismo dos próprios alunos, visto que eles foram os responsáveis por decidir o final da atividade, atribuindo um grau de decisão frente à história de Lavoisier e a Ciência.

Além disso, o desenvolvimento do júri simulado ainda permitiu articular conhecimentos interdisciplinares, visto que, para a compreensão do cenário do julgamento, foi necessário desenvolver competências, conceitos científicos e questões histórico-sociais. Isso ajudou a promover uma visão mais holística e interdisciplinar do Ensino de Química, além de debater questões éticas e morais relacionadas à Ciência. Tais características evidenciam uma contribuição do júri simulado para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, configurando, nesse contexto, uma função pedagógica para o júri simulado.

As limitações da pesquisa vão ao encontro das reivindicações dos licenciandos, expressas na emergência de c4, quanto ao tempo escasso de preparo e planejamento, além de restrições orçamentárias, para elaborar um júri com um cenário e infraestrutura mais adequados.

A emergência da categoria c5 proporciona estabelecer uma relação entre os sentimentos prévios e os sentimentos posteriores à aplicação do júri simulado, em que 8 dos 12 licenciandos (66,6%) apresentaram sentimentos de receio frente a ideia de implementar uma estratégia metodológica que transcende o tradicionalismo, causando esse “medo do novo”. Ou seja, desenvolver práticas pedagógicas desse formato requerem para além do planejamento, estar em consonância com uma formação que possibilite aos licenciandos flexibilidade, reflexão crítica, autonomia e trabalho em grupo, características respaldadas em uma perspectiva de formação crítica de futuros professores de química, na qual se evidencia o caráter formativo da proposta.

No que se refere à categoria c3, ao relatarmos os aspectos positivos do desenvolvimento do júri, cinco dos 12 licenciandos que participaram da atividade apontaram a contextualização do ensino de química na atividade, e oito dos 12 licenciandos notaram como um dos pontos notórios foi a participação dos alunos na execução da atividade. Temos, portanto, a efetivação de um processo dialógico entre licenciandos e alunos, que resultaram em uma ação coletiva característica das ações de extensão.

Além disso, o processo de planejamento e execução da proposta, permitiu aos licenciandos e alunos da Educação Básica adquirirem conhecimentos acerca da composição de um júri, conhecimentos curriculares de Química e História da Ciência, em “uma articulação entre ensino/extensão/pesquisa, ancorada em processo pedagógico único, interdisciplinar, político educacional, cultural e científico”, conforme preconizado nos pressupostos da curricularização da extensão. Portanto, assumimos que a atividade proposta cumpriu ao objetivo extensionista, contemplando um viés formativo e relevante para a formação de futuros professores de química.

Referências

- Alfonso-Goldfarb, A. M. e Ferraz, M. H. M. (1993). As possíveis origens da Química Moderna. *Revista Química Nova*, 16(1), 63-38. [http://submission.quimicanova.sbgq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n1/v16_n1_%20\(14\).pdf](http://submission.quimicanova.sbgq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n1/v16_n1_%20(14).pdf)
- Álvarez, M. D. A. e Chacón, A. E. R. (2024). Controversia flogisto vs oxígeno: alternativa de articulación entre formación científica y ciudadana. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 55, 725-729. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21061>

- Anastasiou, L. G. C. e Alves, L. P. (2004). Estratégias de ensinagem. In L. G. C. Anastasiou & L. P. Alves (Eds.), *Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula* (3rd ed., pp. 67-100). Univille.
- Assai, N., Alcantara, E., Fary, B. e Raposa, P. (2023). *Ciência no feminino: Subsídios históricos e práticas para o ensino de ciências*. CRV.
- Azevedo, M. O., Quartieri, M. T., Pino, J. C. e Marchi, M. I. (2017). Júri Simulado e Phillips 66: Estratégias de ensino com alunos do 2º ano do Ensino Médio. *Revista Prática Docente*, 2(2), 179-196. 10.23926/RPD.2526-2149.2017.v2.n2.p179-196.id75
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Brasil. Ministério da Educação, Conselho Nacional da Educação, Conselho Pleno. (2015, 1 de julho). *Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015: Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial no curso superior*. <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucao-cp-02-2015.pdf>
- Brasil. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. (2018). *Parecer CNE/CES nº 608/2018: Estabelece as Diretrizes para as Políticas de Extensão da Educação Superior Brasileira*. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p. 34. <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pesquisa-publicacao/pareceres/parecer-cne-ces-608-2018.pdf>
- Da Costa, M. (2018). *Júri simulado: Potencialidades para a utilização de jogos no ensino de química* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília].
- De Moraes Capecchi, M. C. (2004). Argumentação numa aula de física. *Ensino de Ciências-Unindo a Pesquisa e a Prática*, 5(1), 171-189.
- Djerassi, K. e Hoffman, R. (2004). *Oxigênio* (2nd ed.). Vieira & Lent.
- Driver, R., Newton, P. e Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 556-576. <https://doi.org/10.1080/095006999290570>
- Fagundes, S. F., Leão, M. F. e Lopes, T. B. (2018). Júri simulado como estratégia para ensinar Ciências da Natureza. In M. F. Leão, M. M. Dutra, & A. C. T. Alves (Eds.), *Estratégias Didáticas Voltadas para o Ensino de Ciências: Experiências Pedagógicas na Formação Inicial de Professores* (pp. 49-61). Edibrás.
- FORPROEX - Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. (2001). *Plano Nacional de Extensão Universitária*. Editus.
- Gadotti, M. (2017). Extensão universitária: para quê. *Instituto Paulo Freire*, 15, 1-18.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2015). *Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024: Linha de Base*. Inep.
- Lambach, M. e Marques, C. A. (2014). Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico: contribuições ao ensino de química contextualizado sócio-historicamente. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(1),

- 9-30. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4280>
- Libâneo, J. C. (1994). *Didática*. Cortez.
- Maldaner, O. A. (2006). *A formação inicial e continuada de professores de química: Professores/pesquisadores* (3ª ed.). Ed. Unijuí.
- Mendonça, P. C. C. e Justi, R. S. (2013). Ensino-aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(1), 187-216. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4257>
- Neves Júnior, E. J. e Maissiat, J. (2021). Alternativas para creditação curricular da extensão: definições conceituais e análise normativa. *Revista e-Curriculum*, 19(2), 588-611. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2021v19i2p588-611>
- Oliveira, A. A. R. de, Silva, A. J. P. da, Assai, N. D. S. e Alves, A. A. R. (2023). *Interação química: diálogo e ações colaborativas entre a universidade e a escola*. In *Anais do IX Encontro Nacional de Licenciaturas*. Lajeado. Anais [...]. Lajeado: Editora Realize.
- Pabón, T. e Muñoz, L. (2014). La controversia científica como propuesta de enseñanza para fundamentar las capacidades crítico-argumentativas em docentes en formación de Química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 426-434. <https://doi.org/10.17227/01203916.3341>
- Pimenta, S. (1997). Formação de professores - Saberes da docência e identidade do professor. *Revista da Faculdade de Educação*, 22(2), 5-14.
- Santos, P. N. (2018). Arte, ciência e gênero: Marie-Anne, Lavoisier e a análise do retrato de um casal científico. *Revista Debates em Ensino de Química*, 4(2), 154-173. <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/redequim/article/view/1883>
- Silva, C. (2022). *Júri Simulado: Uma Proposta Contextualizada Para o Ensino de Química, a Partir da Escova Progressiva* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pernambuco campus do Agreste].
- Silveira, H. E. e Neto, P. C. P. (2007). Contribuições da história da ciência para formação docente e educação científica: o que dizem os artigos sobre Lavoisier no periódico *Química Nova* de 1978 a 2004. In *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Anais [...], Belo Horizonte: UFMG.
- Tosi, L. (1989). Lavoisier: uma revolução na química. *Revista Química Nova*, 12(1), 33-56. <https://scispace.com/pdf/lavoisier-uma-revolucao-na-quimica-32ckue4ofj.pdf>
- Velterop, J. (2017). A ciência é fundamentalmente um empreendimento coletivo. Esta coletividade deve ser reconhecida mais explicitamente. *SciELO em Perspectiva*. <https://blog.scielo.org/blog/2017/08/11/a-ciencia-e-fundamentalmente-um-empreendimento-coletivo-esta-coletividade-deve-ser-reconhecida-mais-explicitamente/>
- Vieira, R. D., Melo, V. F. de e Bernardo, J. R. da R. (2014). O Júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do "gato". *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 203-226. <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160310>
- Zappellini, M. B. e Feuerschütte, M. G. (2015). O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em Administração. *Administração: ensino e pesquisa*, 16(2), 241-273. <https://doi.org/10.13058/raep.2015.v16n2.238>



Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo?

- Learning About Content and Its Teaching: How to Achieve Both Simultaneously?
- Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza: cómo lograr ambas cosas simultáneamente?

Nicolás Velasco*  
Laura Buteler**  

Forma de citar este artículo:

Velasco, N. y Buteler, L. (2025). Aprender sobre el contenido y sobre su enseñanza. ¿Cómo lograr ambas cosas en simultáneo? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 140 - 162. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-20810>

Resumen

La formación inicial del profesor es el momento en el que los futuros docentes pueden apropiarse del contenido de una disciplina y de las herramientas para su enseñanza. Esta amalgama de conocimientos se conoce como Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC). Estudios previos muestran que los espacios de las didácticas específicas no alcanzan para construir un CPC competente y que los espacios disciplinares podrían contribuir a ese fin. En este trabajo, se analiza la relación entre el aprendizaje de un contenido en el espacio curricular de Fenómenos Electromagnéticos (FE) y el aprendizaje sobre su enseñanza en un curso, cuya particularidad es que el docente orienta la enseñanza a partir de resultados de investigación en didáctica de las ciencias. La metodología implementada corresponde al análisis de casos. Se utilizaron diversos registros tales como las videograbaciones de las clases, las producciones de los estudiantes y una entrevista semi estructurada para caracterizar la apropiación del contenido y el CPC de los futuros docentes luego de experimentar la cursada de FE. Los resultados muestran que los estudiantes que evidencian apropiación del contenido logran fortalecer en mayor medida su CPC.

Palabras clave

apropiación; conocimiento pedagógico del contenido; física; formación del profesorado

* Doctor en Educación en Ciencias Básicas y Tecnología. Profesor asistente, Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Becario del CONICET, Instituto de Física Enrique Gaviola, Córdoba, Argentina. nicolas.velasco@unc.edu.ar

** Doctora en Física. Profesora titular, Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Matemáticas, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Investigadora Independiente, CONICET del Instituto de Física Enrique Gaviola, Córdoba, Argentina. laura.buteler@unc.edu.ar

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 14/02/2024
Fecha de aprobación: 03/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

Initial teacher education is the stage at which future teachers can appropriate the content of a discipline and the tools for teaching it. This blend of knowledge is referred to as Pedagogical Content Knowledge (PCK). Previous studies show that subject-specific didactics courses are not sufficient to develop robust PCK, and that disciplinary courses could contribute to this goal. This study analyses the relationship between content learning in the “Electromagnetic Phenomena” course and learning about its teaching in a subject where the instruction is guided by findings from science education research. A case study methodology was employed. Various data sources were used, including video recordings of lessons, student outputs, and a semi-structured interview, to characterise the appropriation of content and PCK by future teachers after completing the course. The results indicate that students who demonstrated content appropriation were more likely to significantly enhance their PCK.

Keywords

appropriation; pedagogical content knowledge; physics; teacher education

Resumo

A formação inicial docente é o momento em que os futuros professores podem se apropriar do conteúdo de uma disciplina e das ferramentas para o seu ensino. Essa combinação de saberes é conhecida como conhecimento didático do conteúdo (CDC). Estudos anteriores mostram que os espaços das didáticas específicas não são suficientes para a construção de um CDC sólido, e que os espaços disciplinares podem contribuir para esse fim. Neste trabalho, analisa-se a relação entre a aprendizagem de um conteúdo no componente curricular de “Fenômenos Eletromagnéticos” e a aprendizagem sobre sua ensinabilidade em um curso cuja particularidade é a orientação do ensino com base em resultados de pesquisas em didática das ciências. A metodologia adotada corresponde à análise de casos. Foram utilizados diversos registros, como videogravações das aulas, produções dos estudantes e uma entrevista semiestruturada, com o objetivo de caracterizar a apropriação do conteúdo e do CDC por parte dos futuros docentes após a experiência no curso. Os resultados mostram que os estudantes que demonstram apropriação do conteúdo conseguem fortalecer mais significativamente seu CDC.

Palavras-chave

apropriação; conhecimento didático do conteúdo; física; formação docente

Introducción

La formación inicial del profesor es el momento en el que los futuros docentes construyen las herramientas necesarias para apropiarse del contenido disciplinar y de las estrategias para su enseñanza. Esto implica que los estudiantes del profesorado no solo deben desarrollar un conocimiento amplio y profundo de la física, sino también deben conocer sobre la manera que comprenden los estudiantes, sobre la vida de las aulas, sobre los documentos curriculares, sobre los recursos didácticos, entre otros. Esta amalgama de conocimientos es lo que la literatura refiere como Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) (Shulman, 1986).

Tradicionalmente, se han considerado tres aspectos en la formación de los profesores de ciencias: el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento sobre las prácticas de enseñanza. Este modelo sumativo ha sido criticado desde diferentes perspectivas (Marcelo, 1989; McDermott, 1990) porque no facilita que el futuro profesor relacione, en sus prácticas, los diferentes campos de conocimiento. A pesar de que esta problemática data de hace más de 30 años, la integración entre el conocimiento científico disciplinar y el conocimiento para la enseñanza de ese contenido disciplinar sigue siendo una problemática actual (Tatto, 2021; Bernal *et al.*, 2019).

Un avance en la generación de instancias en donde se fomente la integración entre el conocimiento disciplinar y el referido a su enseñanza fue la creación de asignaturas de didácticas específicas en el profesorado. Sin embargo, existe literatura que sostiene que esos espacios curriculares no alcanzan por sí mismos para lograr la integración de conocimientos, siendo necesario utilizar los espacios curriculares disciplinares para fortalecer el CPC del profesor en formación (Mäntylä

y Nousiainen, 2014; De Longhi y Rivarosa, 2015). Es por ello, por lo que se decide analizar cómo están relacionados el aprendizaje del contenido y de las estrategias para su enseñanza, en el contexto de una asignatura disciplinar. En esta investigación se optó por estudiar estos aprendizajes en el marco de la asignatura Fenómenos Electromagnéticos (FE) de un profesorado de física en Argentina. La elección de este caso se justifica en que el dictado de la asignatura se planifica en base a resultados de investigación en didáctica (para más información sobre la propuesta ver Velasco *et al.*, 2023).

Antecedentes

Desde que Shulman (1986) rompe con el dualismo contenido/didáctica para pensar en un solo constructo que dé cuenta del conocimiento que utiliza un docente para la enseñanza de un contenido en particular (CPC), distintos trabajos han intentado describir los elementos que lo componen (Abell, 2008) y la forma en la cual interactúan y se relacionan (Gess-Newsome, 2015; Grosman, 1990).

En la última década, se han realizado investigaciones que apuntan a fortalecer el CPC de docentes en formación. Algunas de ellas han analizado cómo se fortalece el CPC de los estudiantes de profesorado durante cursos o programas de formación en didáctica de las ciencias (Duque, 2022; Martínez-Chico *et al.*, 2015; Etkina, 2010). Otras investigaciones han estudiado cómo se fortalece el CPC de los futuros docentes en las primeras prácticas de la enseñanza (Baki y Arslan, 2022; Coetzee *et al.*, 2022). Sin embargo, en todos estos reportes el abordaje de la mejora o fortalecimiento en el CPC anida en el campo de la didáctica o de la práctica, y no en el campo disciplinar, es decir, no están planteados desde las materias disciplinares. En estos casos se asume que los

contenidos disciplinares ya han sido aprendidos por los futuros docentes, y no se considera como variable de análisis la manera en la cual estos contenidos han sido enseñados y/o aprendidos.

Existe evidencia de que el conocimiento de la disciplina es un requisito mínimo para desarrollar el CPC en los futuros docentes (Oztay y Boz, 2022). Pero poco se sabe sobre cómo se relacionan la manera en la cual los futuros docentes se apropian del contenido disciplinar y de las formas de su enseñanza. En el trabajo de Rosa *et al.* (2019), se muestran algunos resultados sobre cómo los estudiantes de profesorado de primaria se apropian de una manera de enseñanza a partir de haber vivido como estudiantes esa metodología en un tópico disciplinar. Sin embargo, esta cuestión queda inexplorada en el campo de la formación de profesores de física de secundaria, en donde suele primar una segmentación de los espacios curriculares de la física y de la didáctica (Velasco y Gandolfo, 2022).

Las preguntas guía de esta investigación son:

- a. ¿Cómo es la apropiación del discurso científico de los estudiantes del profesorado en el tema circuitos eléctricos, cuando el curso se diseña en base a los resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias?
- b. ¿Cómo es el conocimiento sobre la enseñanza del tema circuitos eléctricos simples de los estudiantes que han cursado la asignatura de FE?
- c. ¿Cómo es la relación entre la apropiación del discurso científico y el fortalecimiento del conocimiento sobre la enseñanza de los estudiantes que han transitado por el curso FE?

Marco teórico

Apropiación

En el ámbito de la educación científica, el término “apropiación” también se ha utilizado para referirse a un tipo de aprendizaje que implica la construcción de identidad, estableciendo una conexión entre el aprendizaje y dicho proceso de construcción (De Ambrosis y Levrini, 2010). Esta idea es adaptada y enriquecida por Levrini *et al.* (2015) al posicionar a la apropiación como el nexo entre el aprendizaje disciplinario productivo (Engle y Conant, 2002) y la construcción de la identidad (Cobb *et al.*, 2009), poniendo el foco en el cuestionamiento sobre cómo el aprendizaje disciplinario productivo puede ser el lugar en el cual los estudiantes pueden construir una narrativa de sí mismos, es decir, construir identidad. La riqueza del trabajo de estas autoras reside en la generación de una definición operacional que transforma la definición anterior en una que permite

reconocer cuándo ocurre (o no) el proceso de apropiación. Según ellas, la apropiación puede ser reconocida cuando el discurso de los estudiantes cumple con los siguientes marcadores:

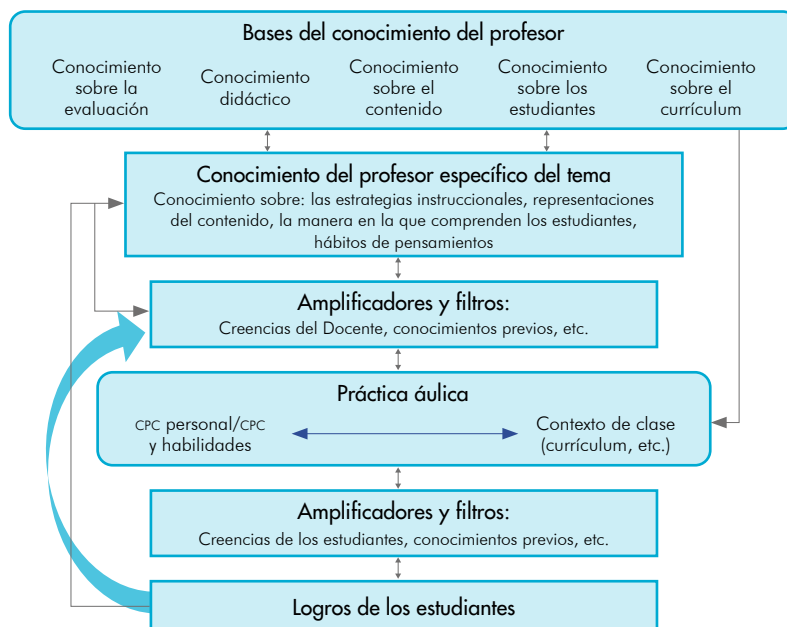
1. Se desarrolla a partir de un conjunto de palabras o expresiones que se repiten en varias oportunidades y que expresan una idea idiosincrática, auténtica y personal con respecto al contenido de física que está trabajando.
2. Es disciplinariamente fundamentado, es decir, la idea idiosincrática es usada por el estudiante como una herramienta para seleccionar piezas del conocimiento y para coordinarlas respetando las reglas y principios de la física.
3. Es no incidental, es decir, que la idea idiosincrática pueda ser rastreada hacia atrás en distintas situaciones de clase y es reconocible dentro de la historia personal del estudiante.
4. Es profundo, es decir, la idea idiosincrática debe involucrar la dimensión metacognitiva y epistemológica. Es portador de relaciones sociales, es decir, que la idea idiosincrática posiciona al estudiante dentro de una comunidad de clase y viceversa.

Conocimiento pedagógico del contenido

Bajo la denominación de CPC se refieren a aquellos aspectos del contenido, cuyo conocimiento es relevante para la enseñanza, incluyendo “los tópicos que más regularmente se enseñan en un área, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías más poderosas, las ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones” (Shulman, 1986, p. 9). La introducción del CPC por parte de Shulman ha inspirado numerosas respuestas entre los académicos de la educación, lo que dio lugar a varios modelos de CPC.

La multiplicidad de modelos del CPC derivó que, en la primera cumbre sobre CPC celebrada en 2012, se gestó un Modelo de Consenso del CPC (MC) (Gess-Newsome, 2015). Como descripción general, el modelo MC (Figura 1) se origina en las bases genéricas de conocimiento profesional docente que comprende: el conocimiento sobre *la evaluación, sobre el currículum, sobre el contenido, sobre las estrategias de instrucción y la manera en la que aprenden los estudiantes*. Este modelo ofrece la posibilidad de describir cómo se materializa, en la realidad, la combinación de los conocimientos mencionados a través de la interacción con el contexto y el currículum, y bajo la mediación de los filtros y amplificadores de docentes y estudiantes.

Figura 1. Modelo del CPC (Gess-Newsome, 2015)



Fuente: elaboración propia.

Metodología

Este trabajo es de naturaleza descriptiva-interpretativa y el método elegido para llevar adelante esta investigación es el correspondiente al estudio de casos. El acento de estos estudios se ubica en la profundización y el conocimiento global del caso y no en la generalización de los resultados por encima de este (Blasco, 1995; Yin, 1994). En nuestro estudio se analizan tres casos que corresponden a los 3 estudiantes que conforman el curso de FE. La asignatura de FE pertenece al tercer año del profesorado de Física de un instituto de la ciudad de Córdoba, Argentina. La unidad de análisis corresponde a cada uno de los estudiantes del curso de FE. Como se mencionó anteriormente, la elección de estos casos refiere a que estos estudiantes cursaron el curso de FE que se ha diseñado en base a resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias.

Para la caracterización de cada caso se recurrió al análisis del contenido. Hostil (1969) y Stone *et al.* (1966) definen este análisis como una técnica de investigación que permite formular inferencias al identificar de manera sistemática y objetiva ciertas características específicas dentro de un texto o discurso. En esta investigación, el análisis del contenido se utiliza para la interpretación de los discursos de los estudiantes durante las videograbaciones de las clases, las entrevistas realizadas y las producciones escritas de los futuros docentes. En las próximas secciones se detalla cómo se realizaron los procesos de selección y clasificación de los registros para la caracterización tanto en términos de la Apropiación como del CPC de los futuros docentes.

Caracterización de la apropiación

Los datos para interpretar la apropiación de los estudiantes en relación con el contenido de circuitos eléctricos consisten en registros audiovisuales de las clases y en una entrevista semi estructurada al finalizar el desarrollo del contenido. Las entrevistas se organizaron con preguntas que apuntaban a que los estudiantes expliciten los momentos en los cuales reconocen que han aprendido un contenido, comenten sobre la utilidad de los aprendizajes logrados, expresen sus reflexiones sobre los distintos abordajes para un mismo contenido y diferencien conceptos claves trabajados en el curso (Anexo I).

Los indicadores elaborados por Levirini *et al.* (2015) fueron aplicados a los discursos de los futuros profesores a fin de evaluar su potencia operacional en este nuevo contexto. Cada vez que los indicadores eran fácilmente interpretados en el discurso de los estudiantes, aquellos se consideran *logrados*. Cuando no podían ser interpretados desde el discurso, se consideraban *no detectados*. En casos intermedios, se caracterizó como *limitado*. Los discursos de los futuros docentes (extraídos de las respuestas a la entrevista y de las grabaciones de las clases) fueron revisados en sucesivas oportunidades de manera independiente por cada uno de los autores de este trabajo, hasta advertir la emergencia de los cinco indicadores antes descritos. Luego de las lecturas y análisis individuales, los autores se reunían para discutir sus interpretaciones en relación a cada uno de ellos. Este procedimiento se repetía hasta llegar a un consenso entre ellos (Creswell y Poth, 2018).

En primer lugar, se analizaron cada una de las entrevistas para detectar las posibles expresiones o ideas idiosincráticas de los estudiantes para referirse al contenido trabajado (Marcador A). Luego, se observaron detenidamente cada

una de las clases grabadas a los fines de rastrear la idea idiosincrática hacia atrás, es decir, durante la cursada de la materia FE (Marcador C). Posteriormente, se analizaron las entrevistas nuevamente y se registraron que las expresiones idiosincráticas sobre el contenido respeten las normas de la disciplina (Marcador B). En los videos de las clases también se intentó determinar el rol que cada estudiante desarrollaba en cada una de las discusiones y su relación con la idea idiosincrática (Marcador E). Por último, se revisaron las entrevistas nuevamente con el fin de reconocer aspectos metacognitivos o posicionamientos epistemológicos de los futuros docentes en relación con el contenido trabajado (Marcador D) (Anexo II).

Caracterización del conocimiento pedagógico del contenido

Los futuros docentes que cursaron la asignatura de FE, paralelamente cursaron la asignatura Práctica Docente III. En este último espacio, se les asignó, al final del curso, un trabajo práctico relacionado con el diseño de una clase sobre circuitos eléctricos. En ese contexto, los tres estudiantes involucrados en esta investigación presentaron tres clases distintas. Un estudiante de profesorado decidió enfocarse en los elementos que componen un circuito eléctrico (Mario), otro se centró en circuitos eléctricos con más de una resistencia (Emil) y otro sobre el tema de la resistencia interna de una batería (Fabrizio).

Para el presente trabajo, se analizó cada una de las secuencias didácticas elaboradas por cada estudiante en base a componentes del CPC (Gess-Newsome, 2015). Para cada tipo de conocimiento se analizaron sub-ítems contemplados en análisis del CPC realizado en investigaciones previas (Carpendale y Hume, 2019) y adaptadas para este contexto. Cada sub-ítem de cada conocimiento del CPC se caracterizó como Nulo, Insuficiente y Competente (Anexo II).

A partir de la secuencia de actividades elaborada por los estudiantes, se analiza, en primer lugar, el *conocimiento sobre la disciplina*. En este sentido, en el diseño de las clases se buscan los momentos en donde se prevé un discurso autoritativo por parte del docente en donde cristalice las ideas que se están trabajando con los estudiantes. Se *analiza la coherencia de las conclusiones/ explicaciones que se prevé llegar en la clase, con el conocimiento canónico* para caracterizar la explicación científica de los conceptos. En caso de que exista coherencia entre las explicaciones expuestas en la secuencia y el canon de la física se caracteriza como competente este sub-ítem. Paralelamente, se *observa si los conceptos trabajados en la secuencia son vinculados con otros conceptos*. En caso de existir vínculos pertinentes con otros conceptos, este sub-ítem es caracterizado como competente. También, se busca en el diseño de la clase, actividades que apunten a trabajar la Naturaleza de la Ciencia. Si las actividades registradas apuntan a reconocer el carácter humano, social, histórico y/o cultural de la ciencia, o realizan un análisis epistemológico sobre la manera en la que se construye el conocimiento científico se caracteriza este ítem como competente.

Para valorar el *conocimiento curricular*, se observa en las clases, diseñadas por los futuros docentes, el nivel de coherencia y alineamiento a los contenidos prescriptos por el diseño curricular. Si existe esta alineación entre lo prescripto por el currículum y el diseño de clase, este ítem es caracterizado como competente.

Por otro lado, se analiza el *conocimiento sobre la manera en la que comprenden los estudiantes* valorando cómo trabajan con las ideas previas de sus alumnos. En este sentido, se observa qué tipo de actividades/preguntas prevén para reconocer las preconcepciones de los estudiantes. Si se recaban las preconcepciones de los estudiantes con problemas abiertos en donde puedan evidenciar los modelos que sustentan sus ideas previas, se caracteriza a este sub-ítem como competente. Luego, se caracteriza la manera en la que esas ideas son tenidas en cuenta para guiar la instrucción. Por ejemplo, si las ideas previas son contrastadas solo con las explicaciones del docente, se considera que esa propuesta es insuficiente para lograr que las ideas de los estudiantes progresen. En cambio, si las ideas son tensionadas a partir de actividades o resultados experimentales, y estas instancias ocurren en múltiples ocasiones y de manera espiralada, se considera este sub-ítem como competente. Posteriormente, se analiza si el docente prevé valorar el progreso de las ideas previas de los estudiantes. En caso de proponer actividades en las cuales sus futuros estudiantes tienen la oportunidad de explicitar los modelos que sostenían sus preconcepciones, este sub-ítem es caracterizado como competente.

Para analizar el *conocimiento sobre las estrategias de instrucción*, en primera instancia se vuelve a recorrer la secuencia de actividades propuestas por los futuros docentes en sus diseños, analizando la manera en que en la que se *secuencian los contenidos*. Se valora el orden lógico de los contenidos y el vínculo entre un contenido y el siguiente. Posteriormente se observa cómo se prevé co-

menzar con el trabajo del contenido, es decir, si existe una *problematización del contenido*. En caso de que la secuencia prevea una instancia problematizadora se valora como competente si se hace a través de una experiencia o un problema real. Seguidamente, se buscan en el diseño *actividades de laboratorio* o que utilicen un simulador informático. En caso de encontrarla/s se analiza el uso del recurso experimental. Si este es utilizado solo con fines demostrativos o para valorar la teoría es calificado como un uso insuficiente, en cambio, si es utilizado para que los estudiantes realicen predicciones/hipótesis, observen, debatan, expliquen y/o contrasten sus ideas, este sub-ítem se valora como competente.

También se busca en el final de cada clase diseñada la presencia de un *cierre de la clase*. Se considera competente si esta instancia tiene relación con las actividades realizadas y parte desde los aportes/conclusiones de los estudiantes.

Por último, en lo que respecta al conocimiento sobre las estrategias de instrucción, en cada diseño se busca la presencia de *actividades de metacognición* que intenten que los estudiantes visualicen el proceso de aprendizaje y cómo las actividades desarrolladas les ayudaron a que sus ideas progresen en dirección al canon de la física.

Finalmente, para analizar el *conocimiento sobre las estrategias de evaluación* en cada una de las secuencias elaboradas por los futuros docentes, se buscan instancias evaluativas. Una vez detectadas se valora el *momento y finalidad de la evaluación*, caracterizando como competente cuando se generan instancias evaluativas a lo largo de toda la secuencia para monitorear el progreso de las ideas de los estudiantes y redireccionar la propuesta. Además, se *valora el tipo de recurso utilizado* para evaluar. En este sentido, si la actividad

evaluativa consiste en la resolución algorítmica de problemas se valora como insuficiente y si, por el contrario, son problemas que apunten a valorar la comprensión de los estudiantes se valora este ítem como competente.

Resultados

Sobre la apropiación

Se organizaron los resultados en torno a las ideas idiosincráticas y personales de los estudiantes del curso. Se transcribieron extractos del discurso de los estudiantes que permitieron reconocer la apropiación a través de los indicadores A, B, C, D y E presentados anteriormente.

Fabrizio: Los circuitos eléctricos en los dispositivos electrónicos.

Cuando la entrevistadora le pregunta, “¿Podrías diferenciar los conceptos de la pregunta anterior y reconocer en qué contextos te es útil diferenciarlos?”, Fabrizio responde,

se puede aplicar no solamente para medir la cantidad de potencia que está recibiendo un aparato eléctrico o electrónico, sino también para ejercicios prácticos y actividades que involucran circuitos eléctricos como puede ser una bifurcación en paralelo o una conexión en serie, además para poder producir transformadores caseros para las consolas de videojuegos o computadoras con las vueltas de las espiras.

En otro momento de la entrevista, expresa: “yo arreglo computadoras y, ahora cuando las arreglo, entiendo más, aunque el procedimiento que hago es el mismo”. Estas expresiones del estudiante permiten reconocer en dónde toma valor el contenido aprendido para Fabrizio. Estas sentencias dadas por el cursante describen los contextos personales

en los cuales el contenido se entrelaza con sus intereses personales por lo que el Marcador A es caracterizado como logrado.

A lo largo de la cursada es posible reconocer distintas oportunidades en las cuales Fabrizio hizo alusión al contexto de los dispositivos electrónicos para dar explicaciones sobre lo que comprendía. Por ejemplo, en una clase hizo alusión a la intensidad de corriente que soportan las consolas de videojuegos, en otra oportunidad aportó sobre la tensión a la que trabajan las distintas computadoras según su lugar de fabricación, mientras que en otra habló sobre el rol que juegan los cargadores/fuentes de las computadoras. Esto da cuenta que la idea idiosincrática es no incidental por lo que el Marcador C es caracterizado como logrado. Por otro lado, su razonamiento a la hora de resolver los problemas se caracterizaba por ser del tipo algorítmico como el que se suele utilizar en el ámbito de la programación computacional. Esto lo posiciona socialmente frente al resto de sus compañeros, adquiriendo una posición de “líder” en la resolución de los problemas planteados. Sus compañeros respetaban ese posicionamiento y de forma pasiva esperaban que él desarrollara estrategias de resolución, por lo que el Marcador E fue caracterizado como logrado.

Cuando la entrevistadora, que es un miembro del equipo de investigación, le pregunta sobre los enfoques utilizados para el aprendizaje (macro y micro), Fabrizio pudo reconocer la importancia de cada uno de los modelos utilizados y cómo se habían complementado. Por ejemplo, en una parte de la entrevista Fabrizio dijo que “El modelo macroscópico, la Ley de Ohm, tiene un gran poder resolutivo para los circuitos eléctricos. Sin embargo, el modelo microscópico vino a tapar los huecos o falencias del modelo macro”. Aunque Fabrizio puede caracterizar a cada uno de los enfoques utilizados para la enseñanza, no realiza un análisis metacognitivo sobre su proceso de aprendizaje vinculándolo con la idea idiosincrática. Por esto, el Marcador D es caracterizado como limitado.

Las respuestas dadas por Fabrizio, tanto en las clases y las actividades escritas, como en la entrevista, siempre respetaban las normas de la física, evidenciando un manejo fluido del contenido, por lo que el Marcador B es caracterizado como logrado.

Mariano: La electricidad doméstica.

A lo largo de la entrevista de Mariano es posible reconocer que él recurre a ejemplos domésticos para darle sentido a los conceptos de diferencia de potencial, potencia eléctrica e intensidad de corriente. En su discurso, expresa que es importante “reconocer la intensidad de corriente que tiene un aparato, la iluminación o toma corriente”. Asocia el concepto de potencia eléctrica con “cuántos watts tiene una bombilla”, y el de diferencia de potencial con “cuál es el voltaje de una batería”. Por esto, el Marcador A es caracterizado como logrado. El lugar en donde el contenido toma sentido para Mariano es rastreable hacia atrás en la cursada. En distintas clases recurrió a casos similares a los utilizados

en la entrevista para explicar o comprender los conceptos, por ejemplo, a la hora de comprender la diferencia de potencial utilizó las baterías de los automóviles como caso de análisis, o el caso del tipo de servicio eléctrico que le suministraban en su domicilio. Esto da cuenta de la no incidentalidad de la idea idiosincrática, por lo que el Marcador C es caracterizado como logrado.

Mariano describe de forma ambigua los conceptos por los que se le pregunta, por lo que no es posible decir que el Marcador B esté presente, aunque en lo que menciona el estudiante, no se detectan inconsistencias con el canon de la física. Por ejemplo, al hablar sobre el concepto de diferencia de potencial Mariano dijo: “Las cargas si están en potencial cero no se mueven, pero si hay una diferencia de potencial se moverán”. Aquí observamos que Mariano comprende que cuando existe una diferencia de potencial entre dos puntos las cargas se moverán lo cual es compatible con el canon de la Física. Sin embargo, la primera frase de la oración refiere a la caracterización del potencial eléctrico en un solo punto, que no proporciona información sobre la posibilidad o no de que las cargas se muevan. En resumen, la frase completa muestra cierta ambigüedad en la comprensión de Mariano. También es posible encontrar algunas ideas alternativas que persisten en Mariano, como por ejemplo cuando en la entrevista menciona “La batería cierra el circuito para que salgan los electrones y comiencen a circular”. Estos ejemplos nos llevan a caracterizar al Marcador B como limitado.

Por otro lado, Mariano reconoce que el modelo microscópico complementa al modelo macroscópico, es capaz de reconocer las potencialidades de ambos. En un momento de la entrevista, Mariano manifestó que “El modelo microscópico vino a suplir esas partes que habían quedado colgadas del modelo

macroscópico”. Aunque Mariano puede caracterizar a cada uno de los enfoques utilizados para la enseñanza, no realiza un análisis metacognitivo sobre su proceso de aprendizaje vinculándolo con la idea idiosincrática. Así, el Marcador D es caracterizado como limitado.

Por último, en ocasiones Mariano parece tomar un rol del tipo operativo para el armado/montaje de circuitos eléctricos, pero no es posible argumentar que esto caracterice al lugar que el estudiante ocupa en la clase frente a sus compañeros.

Emil: Idea Idiosincrática no detectada.

La entrevista de Emil se caracterizó por tener una gran cantidad de respuestas cortas. Las respuestas dadas por el estudiante no respetaron las normas de la física. Los conceptos de potencia eléctrica, diferencia de potencial e intensidad de corriente no fueron diferenciados (Marcador B). No se encontraron recurrencias en palabras o ideas utilizadas por Emil para dar respuestas a las preguntas, por lo que no se distingue la idea idiosincrática (Marcador A). Tampoco, a lo largo de las clases, se ha detectado alguna idea idiosincrática recurrente (Marcador C). Las breves respuestas del estudiante contribuyeron a la imposibilidad de que el estudiante muestre algún análisis metacognitivo sobre su aprendizaje (Marcador D).

Es importante resaltar que Emil estuvo ausente en el 40% de las clases, lo cual pudo provocar que su involucramiento con la propuesta sea bajo. Esto también afectó al valor que sus compañeros daban a sus aportes. En general, sus aportes no eran tenidos en cuenta, salvo que el docente los retomara para orquestar la discusión. Por lo tanto, no es posible caracterizar el rol que Emil tuvo en las clases (Marcador E).

La apropiación es un proceso complejo. En este trabajo se intentaron caracterizar, para cada estudiante, los marcadores de

apropiación elaborados por Levrini *et al.* (2015). La Tabla 1 muestra que Emil es un caso claro de no apropiación. En cambio, Fabrizio y Mariano podrían ser caracterizados como casos de apropiación, aunque con diferencias entre ellos. Fabrizio parece haberse apropiado en mayor medida del discurso científico en comparación a lo alcanzado por Mariano.

Tabla 1. Niveles alcanzados por cada estudiante en cada marcador de apropiación

	Marcador A	Marcador B	Marcador C	Marcador D	Marcador E
Fabrizio	Logrado	Logrado	Logrado	Limitado	Logrado
Mariano	Logrado	Limitado	Logrado	Limitado	Limitado
Emil	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado

Fuente: elaboración propia.

Analizando el marcador A de la apropiación para Fabrizio y Mariano, observamos que la idea idiosincrática está relacionada con contextos de aplicabilidad de los contenidos que están trabajando. Estos contextos de aplicabilidad se caracterizan por ser situaciones cotidianas para cada uno de los futuros docentes.

Por otro lado, observando el marcador E, sobre el rol social de los estudiantes en la clase, es posible advertir que la autoridad no estaba equitativamente distribuida entre los estudiantes. Si bien el docente logra correrse del centro de la escena de enseñanza, uno de los estudiantes adopta un rol de liderazgo sobre sus compañeros. Según los principios que sustentan el diseño, esto atenta contra el involucramiento de los estudiantes en su proceso de aprendizaje (Velasco y Buteler, 2023).

Se visibilizan dificultades para que estos estudiantes de profesorado enuncien los aspectos metacognitivos que permiten visibilizar el sentido que tiene la física para cada uno de ellos. En el trabajo de Levrini *et al.* (2015), encontraron dificultades para que los estudiantes de secundaria expliciten aspectos metacognitivos. En nuestro contexto de investigación, la educación superior, los estudiantes participantes son adultos y no esperábamos encontrar esta dificultad.

Sobre el conocimiento pedagógico del contenido

A continuación, se realiza una descripción detallada de la caracterización de los ítems del CPC de los futuros profesores en base a las clases diseñadas por Fabrizio, Mariano y Emil.

Sobre el conocimiento del contenido

Las tres secuencias de actividades muestran una correcta conceptualización del contenido, ya que, en los momentos autoritativos de cada una de las clases analizadas, las explicaciones brindadas son coherentes con el canon de la Física.

Por otro lado, existen diferencias al mirar los vínculos que se establecen con otros conceptos. Mientras que en la secuencia de Fabrizio se realizan múltiples conexiones con otros conceptos, este aspecto no fue considerado por Emil ni por Mariano. Por último, en relación a los conocimientos del contenido, es posible decir que ninguna de las tres propuestas trabaja aspectos vinculados a la Naturaleza de la Ciencia.

Sobre el conocimiento de la manera en la que comprenden los estudiantes

En cada una de las secuencias de actividades presentadas por los futuros docentes se observan actividades para recabar las preconcepciones de los estudiantes. Sin embargo, solo en las clases diseñadas por Fabrizio y la de Mariano se utilizan las ideas previas de los estudiantes para guiar la instrucción. En ninguno de los casos se generan instancias en las cuales se pueda valorar el progreso de las preconcepciones de los estudiantes.

Sobre el conocimiento de las estrategias de instrucción

Tanto en la secuencia de actividades diseñada por Mariano como en la diseñada por Fabrizio, se observa una secuenciación de los contenidos espiralada, es decir que el nuevo concepto se incorpora al anterior y genera una comprensión más amplia del fenómeno. Las actividades propuestas tienen vinculación entre sí, algo que no ocurre en la clase diseñada por Emil.

Por otro lado, tanto la propuesta de Mariano como la de Fabrizio presentan una problematización del contenido. En el caso de Mariano con una actividad lúdica y en el caso de Fabrizio planteando una pregunta o

un problema. En el caso de la clase diseñada por Emil no se observan instancias problematizadoras del contenido.

Al analizar el uso de laboratorios, se observa que la secuencia diseñada por Emil carece de este tipo de instancias. En contraposición, las clases de Mariano y Fabrizio sí prevén instancias de laboratorio ya sea real o con un simulador informático, aunque con diferencias en el abordaje de estas instancias. En las clases de Fabrizio se prevén actividades en donde los estudiantes puedan formular hipótesis y/o anticipaciones sobre el fenómeno, para que luego estas ideas sean contrastadas con los resultados experimentales. En cambio, el laboratorio propuesto por Mariano es utilizado solo para validar la teoría.

Mirando el tipo de discurso que se intenta promover en la clase, se observa que en las clases de Mariano y Emil se contemplan pocos momentos en donde los estudiantes puedan realizar sus aportaciones. En cambio, en las clases diseñadas por Fabrizio prevalece la intención de generar un discurso verdaderamente dialógico.

En las tres secuencias analizadas se prevén instancias de cierre de la clase que guardan conexión con las actividades planteadas a lo largo de cada una de las propuestas. Otro punto en común entre las tres secuencias es la ausencia de actividades que promuevan la metacognición sobre el proceso de aprendizaje que los estudiantes van experimentando.

Sobre el conocimiento del diseño curricular

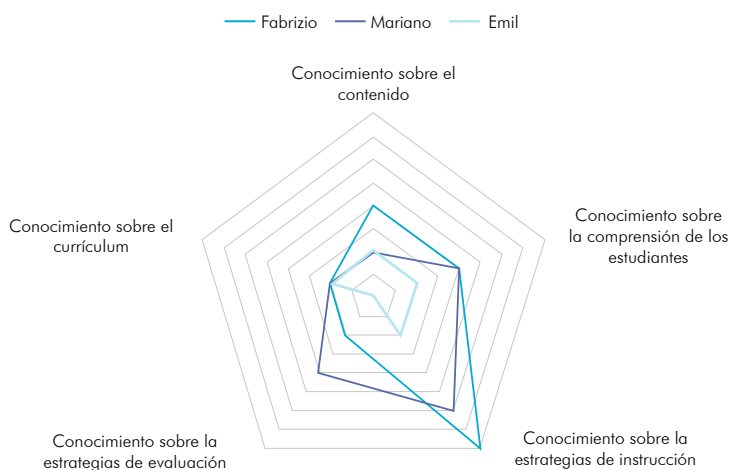
Las tres propuestas se ajustan a los contenidos prescriptos por el diseño curricular. Sin embargo, las propuestas de Fabrizio y Mariano son más coherentes con las orientaciones para la enseñanza que presenta el currículum.

Sobre el conocimiento de las estrategias de evaluación

La secuencia de actividades presentada por Mariano contempla instancias de evaluación a lo largo de la propuesta. Aunque el tipo de evaluación elegida corresponde a preguntas que apuntan al recuerdo de información. Por otro lado, las clases presentadas por Fabrizio ofrecen una sola instancia evaluativa al final de secuencia. El instrumento utilizado presenta problemas de resolución algorítmica para valorar el aprendizaje. Finalmente, la propuesta de Emil adolece de instancias evaluativas.

A continuación, en la Figura 2 se muestra el CPC analizados en cada una de las secuencias. Para ello, se exponen la cantidad de componentes que se categorizaron como competente para cada tipo de conocimiento del CPC de los futuros docentes. Esto permite comparar de manera global el desarrollo del CPC de cada uno de los estudiantes.

Figura 2. Comparación de los CPC de los estudiantes de profesorado

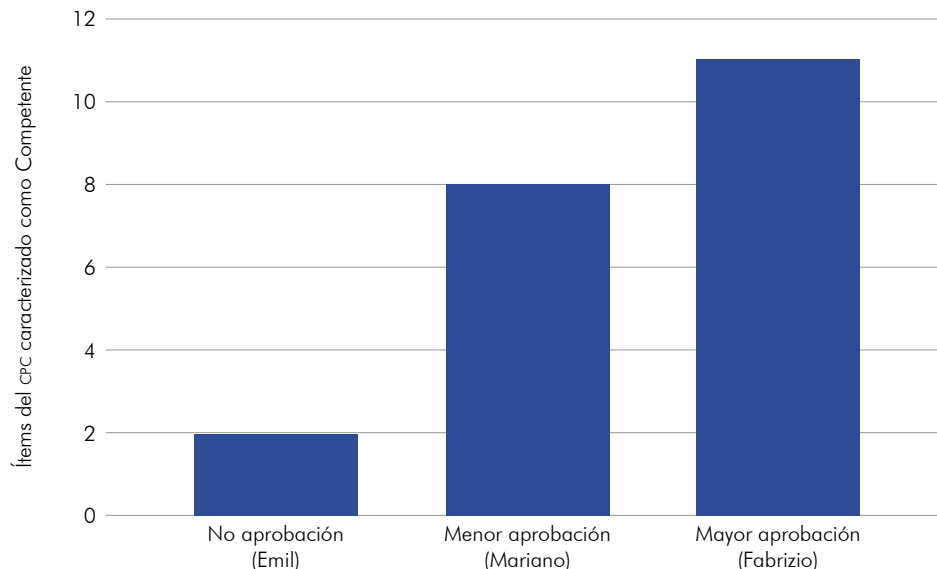


Fuente: elaboración propia.

Comparación entre la Apropiación y el desarrollo del CPC

Finalmente, es posible analizar cómo es el vínculo entre la apropiación del contenido y el fortalecimiento del CPC. Como se muestra en la Figura 3, los estudiantes que logran apropiarse en mayor medida del contenido disciplinar, pueden desarrollar un CPC más robusto. La Figura 2 muestra tres columnas correspondientes a cada uno de los casos analizados en esta investigación. En los casos analizados, se caracterizó como “No apropiación” al caso de Emil, como “Menor apropiación” al caso de Mariano y como “Mayor apropiación” al caso de Fabrizio. Las alturas de cada una de las columnas corresponden a la cantidad de sub-ítems del CPC que han sido categorizados como competente en cada caso.

Figura 3. Comparación entre la Apropiación y el desarrollo del CPC



Fuente: elaboración propia.

Discusión y conclusiones

La primera pregunta de esta investigación es ¿cómo es la apropiación del discurso científico de los estudiantes del profesorado en el tema circuitos eléctricos, cuando el curso se diseña en base a los resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias? Observando la Tabla 1, es posible decir que la apropiación es un proceso complejo, coincidiendo con lo expuesto por Levrini *et al.* (2015) y Buteler *et al.* (2021). En los casos analizados, algunos marcadores de apropiación aparecen con distintos niveles, esto es un aporte a los emergentes de los trabajos mencionados. Lo anterior lleva a pensar que la apropiación puede salirse de categorías binomiales del tipo blanco/negro y presentarse como un espectro en escala de grises. De los tres casos analizados uno fue un caso de no apropiación, otro lo fue de apropiación débil y el último de apropiación fuerte.

En los dos casos en los que se evidenció apropiación, se observó que el Marcador D, el cual está relacionado con aspectos metacognitivos, se categorizó como limitado.

Estos futuros docentes pudieron reconocer la importancia de la multiplicidad de enfoques en la enseñanza del contenido, pero no advirtieron en qué momentos pudieron comprender mejor un tema o cuándo superaron alguna dificultad en la comprensión. Esto coincide parcialmente con la afirmación de Levrini *et al.* (2015), quien menciona que las dimensiones epistemológica y metacognitiva son características menos frecuentes en el discurso de los estudiantes secundarios. En nuestro caso, es posible decir que los futuros docentes también registran algunas limitaciones en las dimensiones metacognitiva o epistemológica de su discurso.

La segunda pregunta de investigación de este trabajo es ¿cómo es el conocimiento sobre la enseñanza del tema circuitos eléctricos simples de los futuros docentes que han cursado la asignatura de FE? Con relación a ella es posible decir que los CPC analizados para cada uno de los futuros docentes con base en la clase que ellos diseñaron muestran características distintas entre sí. Dos de ellos lograron implementar en su diseño de clase algunas de las estrategias instruccionales

experimentadas durante la enseñanza de la asignatura de FE. Estos estudiantes pudieron diseñar sus propuestas de clase en concordancia con el currículo y centradas en los estudiantes.

Finalmente, retomando la tercera pregunta de esta investigación: ¿cómo es la relación entre la apropiación del discurso científico y el fortalecimiento del conocimiento sobre la enseñanza de los futuros docentes que han transitado por el curso FE?, es posible decir que en los casos estudiados existe una relación entre la apropiación del contenido y el desarrollo del CPC. En el caso analizado, en el que el docente planifica sus clases con base en resultados de investigación didáctica, se observa que a mayor apropiación del contenido disciplinar, más competente es el CPC que desarrollan los futuros docentes. Es decir, la manera única y personal en la que los estudiantes de profesorado aprenden sobre el contenido, se entrelaza con el desarrollo de conocimientos sobre la enseñanza del contenido. A modo de hipótesis, pareciera que en el proceso de apropiación del contenido viene aparejado el proceso de aprendizaje de los modos de enseñanza que experimenta el estudiante de profesorado que decantan en un fortalecimiento de su CPC.

Este resultado es un aporte a lo ya conocido sobre la formación inicial del profesorado en relación con el aprendizaje de los campos disciplinares, porque permite vincular la apropiación de los contenidos con la adquisición de formas de enseñanza informadas por la investigación en didáctica. El campo disciplinar presenta, de este modo, una excelente oportunidad para que los futuros docentes construyan un CPC acorde a los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias. Es decir, si los estudiantes de profesorado experimentan cuando aprenden el contenido disciplinar, los modos de enseñanza que se pretende que ellos utilicen en sus futuras prácticas, les ofrecemos oportunidades para fortalecer su CPC. Estos resultados, aunque incipientes y acotados a los casos estudiados, deben seguir siendo estudiados en otros contextos del profesorado de Física. Es intención de estos autores continuar en esa dirección. No obstante, se comienza a vislumbrar una posible implicación para la formación de docentes. Como se mencionó, los resultados muestran un posible camino para que los futuros docentes puedan integrar los conocimientos disciplinares con aquellos referidos a una enseñanza informada por la investigación didáctica. Es importante destacar que la generalización de los estudios cualitativos, incluyendo al estudio de casos, no radica en una muestra probabilística extraída de una población a la que se le pueden extender los resultados, sino en el desarrollo de una teoría que puede ser transferida a otros casos. Se sabe que es muy difícil que los resultados de un estudio cualitativo puedan transferirse a un contexto distinto de aquel que les dio origen, pero pueden proporcionar pautas para aplicar posibles soluciones en otros ambientes.

Referencias

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: ¿Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416. <https://doi.org/10.1080/09500690802187041>
- Baki, M. y Arslan, S. (2022). Impact of lesson study on pre-service primary teachers' mathematical pedagogical content knowledge. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.2022225>
- Bernal, B. V., Pérez, R. J. y Jiménez, V. M. (2019). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 25-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2550>
- Blasco, J. (1995). Estudio de casos. En Á. Aguirre Baztán (ed.), *Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural*. Boixareu Universitaria.
- Buteler, L., Nieva, C. y Velasco, J. (2021) Apropiación de la enseñanza y el aprendizaje de futuros profesores de física durante el curso de Didáctica de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3601. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3601
- Carpendale, J. y Hume, A. (2019). Investigating practicing science teachers' pPCK and ePCK development as a result of collaborative CoRe design. *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, 225-252.
- Cobb, P., Gresalfi, M. y Hodge, L. L. (2009). An interpretive scheme for analyzing the identities that students develop in mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(1), 40-68. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.40.1.0040>
- Coetzee, C., Rollnick, M. y Gaigher, E. (2022). Teaching electromagnetism for the first time: A case study of pre-service science teachers' enacted pedagogical content knowledge. *Research in Science Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09948-4>
- Creswell, J. y Porh, C. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design*. SAGE Publications.
- De Ambrosis, A. y Levirini, O. (2010) How physics teachers approach innovation: An empirical study for reconstructing the appropriation path in the case of special relativity. *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*, 6, 020107-1-020107-11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020107>
- De Longhi, A. L. y Rivarosa, A. (2015). Los nuevos estándares para la formación docente: reflexiones y tensiones. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 5-10. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v18.n2.22466>
- Duque Lozano, K. J. (2022). *Propuesta de investigación-acción para formar a estudiantes de magisterio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como indagación: primeros resultados* [Tesis doctoral, Universitat de València, España]. Dialnet.
- Engle, R. y Conant, F. (2002). Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2004_1
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>

- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. In A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*, 28-42.
- Grosman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College Press.
- Hostil, O. R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Addison Wesley.
- Levrini, O., Fantini, P., Tasquier, G., Pecori, B. y Levin, M. (2015). Defining and Operationalizing Appropriation for Science Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 1(24), 93-136. <https://doi.org/10.1080/10508406.2014.928215>
- Mäntylä, T. y Nousiainen, M. (2014). Consolidating pre-service physics teachers' subject matter knowledge using didactical reconstructions. *Science y Education*, 23, 1583-1604. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9657-7>
- Marcelo, C. (1989). *Introducción a la formación del profesorado. Teoría y métodos*. Universidad de Sevilla, Servicio de Publicaciones.
- Martínez-Chico, M., Jiménez, R. y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10
- McDermott, L. C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers. *American Journal of physics*, 58(8), 734-742. <https://doi.org/10.1119/1.16395>
- Oztay, E. S. y Boz, Y. (2022). Interaction between pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge in electrochemistry. *Journal of Pedagogical Research*, 6(1), 245-269. <https://doi.org/10.33902/JPR.2022.165>
- Rosa Cintas, S., Menargues Marcilla, M. A., Limiñana, R., Nicolás Castellano, C., LujánFeliu-Pascual, I., Colomer Barberá, R., Savall Alemany, F., García Lillo, J. A., Martínez-Torregrosa, J. y Álvarez-Herrero, J. F. (2019). Investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales en el Grado de Maestro en Educación Primaria. *Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2018-19*. Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant.
- Stone, P. J., Dunphy, D. C. y Smith, M. S. (1966). *The general inquirer: A computer approach to content analysis*. The MIT Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>

- Tatto, M. T. (2021). Professionalism in teaching and the role of teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 44(1), 20-44. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1849130>
- Velasco, N. y Buteler, L. (2023). Implicación productiva en la disciplina sobre circuitos eléctricos utilizando Investigación Basada en el Diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(2), 2802. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2802
- Velasco, N., Buteler, L. y Álvarez, D. (2023). Rediseño de una asignatura de Electromagnetismo en un profesorado de física. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 291-298. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43332/43276>
- Velasco, N. y Gandolfo, N. (2022). Oportunidades brindadas por el currículo para el fortalecimiento del conocimiento pedagógico del contenido en los estudiantes del Profesorado de Física. *Revista de enseñanza de la física*, 34(1), 41-50. <https://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37949>
- Yin, R. K. (1994). Case study research: Design and methods (2nd ed.). Sage Publications.

Anexo I

Protocolo de entrevista

La entrevista se realiza de manera individual con cada estudiante. La misma contiene una pequeña introducción y luego las preguntas tal como se muestra a continuación: En clase, has seguido un camino complejo sobre circuitos eléctricos, donde progresivamente construiste el significado de algunos conceptos clave (como diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica y potencia eléctrica), explorando varios contextos y comparando diferentes enfoques (macroscópico y microscópico).

Nos gustaría centrar la primera parte de esta conversación en los conceptos de diferencia de potencial, potencia eléctrica e intensidad de corriente eléctrica y nos gustaría que reconstruyeras cómo llegaste progresivamente a construir dichos conceptos y/o a comprender sus propiedades.

Sobre los conceptos

1. Pensando en el camino recorrido, ¿puedes hacernos una lista de los momentos más relevantes (para vos) donde aprendiste, el concepto de diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica, y/o potencia eléctrica?
2. ¿Podrías diferenciar los conceptos de la pregunta anterior y reconocer en qué contextos te es útil diferenciarlos?
3. ¿Puedes reconstruir cuándo pudiste diferenciar los conceptos de diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica y potencia eléctrica?
4. Pensando en los dos enfoques trabajados para el concepto de intensidad de corriente (el macro y el micro), ¿hay alguno que hayas preferido? ¿Por qué?

Sobre el recorrido realizado

1. Mirando el recorrido en general, ¿hubo algún enfoque que prefirieras? ¿Por qué?
2. ¿Las reflexiones estimuladas por las actividades sobre cómo se construyeron las teorías fueron importantes para ti o resultaron inútiles para adentrarte en el tema circuitos eléctricos y/o para replantear el camino seguido? Si fueron relevantes, ¿qué tipo de contribución dieron a tu reflexión personal? Si fueron inútiles, ¿podrías sugerir otros temas que habrías enfatizado en el recorrido?
3. Entre los temas abordados ¿qué aspectos te parecieron más o menos interesantes? ¿Cuáles más o menos difíciles?

Tabla de indicadores de apropiación

Tal como reportan Levrini *et al.* (2015) y Buteler *et al.* (2021), la apropiación es un proceso complejo y es posible que ocurra en distintos grados o niveles. Es por ello por lo que se elaboraron criterios para la caracterización de cada marcador en tres niveles que se muestran a continuación:

	No detectado	Limitado	Logrado
Marcador A	No se reconoce la idea idiosincrática en relación al contenido	Se reconoce la idea idiosincrática en pocas (2 o 3) ocasiones a lo largo de la entrevista	Se reconoce la idea idiosincrática en múltiples ocasiones a lo largo de la entrevista
Marcador B	Las definiciones o explicaciones no son compatibles con las normas de la Física	Las definiciones o explicaciones no son claras o precisas, pero son compatibles con las normas de la Física	Las definiciones o explicaciones son claras, precisas y son compatibles con las normas de la Física
Marcador C	No se encuentran ocasiones en los registros de las clases, en los cuales es posible reconocer la idea idiosincrática	Es posible reconocer en no más de dos o tres oportunidades la idea idiosincrática en los registros de las clases	Se reconoce la idea idiosincrática en múltiples ocasiones en los registros de las clases.
Marcador D	No se registran análisis metacognitivos sobre el proceso de aprendizaje	Es capaz de reconocer el valor de múltiples enfoques (macro y micro) sobre los conceptos trabajados, pero no reconoce momentos en el que pudo comprender o superar dificultades de aprendizaje	Es capaz de reconocer el valor de múltiples enfoques (macro y micro) sobre los conceptos trabajados. Y es capaz de advertir en qué momentos pudo comprender o superar dificultades de aprendizaje
Marcador E	No se reconoce una característica de rol social desempeñado en clase por el estudiante	Se reconoce en pocas ocasiones que el estudiante asume un determinado rol social en la clase	Se reconoce en múltiples ocasiones que el estudiante asume un determinado rol social en la clase

Anexo III

Para el análisis del contenido sobre el CPC de los futuros docentes, a partir de las Secuencias de Aprendizajes que ellos elaboraron, se utilizó la siguiente tabla de indicadores:

CPC indicador	Nulo	Insuficiente	Competente
Conocimiento sobre el currículum			
Idoneidad de los conceptos en relación con el diseño curricular	No alineación de los conceptos trabajados con los prescriptos por el currículo	Baja alineación de los conceptos trabajados con los prescriptos por el currículo	Adecuada alineación de los conceptos trabajados con los prescriptos por el currículo
Conocimiento sobre la disciplina			
Correcta conceptualización	No se generan explicaciones de los conceptos	Explicaciones inexactas de los conceptos	Las explicaciones son precisas en concordancia con el canon de la física
Vínculos y conexiones con otros conceptos	No se generan conexiones con otros conceptos	Se generan pocas conexiones con otros conceptos	La mayoría de las conexiones posibles con otros conceptos son realizadas
Vínculos con la Naturaleza de la Ciencia	No existen actividades para trabajar la NdC	Se trabaja la NdC desde la actividad experimental o desde un enfoque histórico-biográfico de los científicos	Se incorporan actividades para trabajar aspectos de la complejidad de la construcción del conocimiento científico
Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes			
El docente reconoce posibles conocimientos previos y/o dificultades de aprendizaje de los estudiantes	No prevé actividades para recabar las ideas previas de los estudiantes	Se intenta recabar las ideas previas con preguntas abiertas sobre el contenido a trabajar	Se intenta relevar las ideas previas de los estudiantes con la resolución de actividades pensadas para tal fin
El docente utiliza las ideas previas de los estudiantes para guiar la instrucción	Las ideas previas de los estudiantes no son tenidas en cuenta por el docente	Las ideas previas se contrastan con la palabra del docente	Las actividades producen cuestionamientos sobre los modelos que sustentan las ideas previas, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de que sus ideas progresen
El docente sondea la comprensión de los estudiantes con preguntas	El docente no evalúa el progreso de las ideas previas de los estudiantes	El docente enuncia que irá preguntando a los estudiantes sobre su comprensión sobre el tema	Se proponen actividades en las cuales se vuelven a utilizar los modelos previamente tensionados
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Apropiada secuenciación de los conceptos	No existe vínculo entre un concepto y el siguiente	Existe un vínculo entre los contenidos, pero el orden de los contenidos no es el apropiado	El orden y conexión entre los contenidos es apropiado

CPC indicador	Nulo	Insuficiente	Competente
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Problematiza el contenido	No existe una actividad problematizadora del contenido	Propone una introducción al tema de manera oral, o con una comparación de características sin un problema a resolver, o con un video sobre el fenómeno	Utilizar un laboratorio o problema real para problematizar el contenido
Utiliza Laboratorios/ Simulaciones	No utiliza laboratorios	Utiliza laboratorios para validar la teoría	Propone laboratorios dentro del proceso de aprendizaje generando instancias de anticipación y contrastación de hipótesis
Discurso en el aula propuesto	La propuesta no contempla intervención de los estudiantes	La propuesta prevé solo interacciones docente-estudiante, los estudiantes tienen baja o nula interacción entre ellos	El docente prevé discusiones y debate entre los estudiantes sobre la resolución de las actividades
Cierre de la clase	No existe un cierre de la clase	El cierre de la clase está desvinculado con las actividades realizadas	El cierre de la clase tiene relación con las actividades realizadas y parte desde los aportes/conclusiones que se espera que los estudiantes realicen
Uso de estrategias que permitan la metacognición	No existen instancias de metacognición	Existen instancias de metacognición implícitas	Existen instancias de metacognición explícitas que permitirían a los estudiantes valorar sus ideas previas y su progreso.
Conocimiento sobre las estrategias de instrucción			
Momento y finalidad de evaluación del progreso de los estudiantes	No se evalúa	Se evalúa solo al final de la secuencia de forma sumativa persiguiendo objetivos de acreditación	Se evalúa a lo largo de la secuencia para valorar el progreso de las ideas de los estudiantes
Tipo de evaluación	Preguntas que apuntan solo al recuerdo de información	Resolución algorítmica de problemas	Incorpora resolución de problemas abiertos contextualizados



Formação de professores de Química na América Latina: elementos históricos, epistemológicos e metodológicos

- Chemistry Teacher Education in Latin America: Historical, Epistemological, and Methodological Elements
- Formación de profesores de química en América Latina: elementos históricos, epistemológicos y metodológicos

Forma de citar este artigo:

do Carmo Galianzi M., dos Santos Calixto, V., Salcedo de Medeiros, A. L. e Moreno-Rodríguez, A. S. (2025). Formação de professores de Química na América Latina: elementos históricos, epistemológicos e metodológicos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 163 - 182. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-21330>

Resumo

Neste texto de pesquisa, apresenta-se a análise de artigos com foco na formação de professores, um dos oito eixos temáticos resultantes de estudo mais amplo acerca das produções científicas da comunidade latino-americana de pesquisa em Educação Química de língua espanhola. A metodologia de análise ancorou-se nos pressupostos teórico-metodológicos da Análise Textual Discursiva (ATD), que tem sua base estabelecida a partir de princípios da Fenomenologia e da Hermenêutica. Constatou-se a baixa intensidade de interação entre os pesquisadores latino-americanos de diferentes nacionalidades, marcada especialmente entre lusófonos e hispanófonos. Ademais, emergiu a percepção de que a área da Educação Química necessita aprofundar o debate em torno de questões correlatas aos elementos propostos por Talanquer (2017): i) a disciplina como uma maneira de pensar e agir no mundo; ii) a habilidade para selecionar atividades de ensino desafiadoras, voltadas à solução de problemas concretos e de interesse; e iii) a implementação de modelos de avaliação formativa — assim como intensificar as discussões sobre a formação daqueles que formam professores.

Palavras-chave

formação de professores; química; América Latina

Maria do Carmo Galianzi* 
Vivian dos Santos Calixto** 
Ana Laura Salcedo de Medeiros*** 
Andrei Steven Moreno-Rodríguez**** 

* Doutora em Educação, Professora Titular aposentada, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande do Sul, Brasil. mariagalianzi@furg.br

** Doutora em Educação para a Ciência, Professora Adjunta, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMAT/UFGD), Mato Grosso do Sul, Brasil. viviancalixto@ufgd.edu.br

*** Doutora em Educação em Ciências, Professora aposentada, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande do Sul, Brasil. anamedeiros@furg.br

**** Doutor em Educação em Ciências, Professor Adjunto, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Docente permanente do PPGECM/UESC e do PROFQUI/UFPB, Paraíba, Brasil. andrei.rodriguez@academico.ufpb.br

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 25/03/2025
Data de aprovação: 03/04/2025
Data de publicação: 01/07/2025



Abstract

In this research paper, an analysis of articles focusing on teacher education, one of the eight thematic axes emerging from a broader investigation into the scientific output of the Spanish-speaking Latin American research community in Chemistry Education. The analytical methodology is grounded in the theoretical and methodological principles of Discursive Textual Analysis (DTA), which draws from phenomenology and hermeneutics. The study identified a low level of interaction among Latin American researchers from different national backgrounds, particularly between Portuguese and Spanish speakers. Furthermore, it became evident that the field of Chemistry Education must deepen the debate on issues related to the elements proposed by Talanquer (2017): (i) the discipline as a way of thinking and acting in the world; (ii) the ability to select challenging teaching activities aimed at solving concrete and meaningful problems; and (iii) the implementation of formative assessment models — as well as to strengthen discussions about the training of teacher educators.

Keywords

teacher education; chemistry; Latin America

Resumen

En este artículo de investigación se presenta un análisis de publicaciones centradas en la formación de profesores, uno de los ocho ejes temáticos resultantes de una investigación más amplia sobre la producción científica de la comunidad latinoamericana de investigación en Educación Química de habla hispana. La metodología de análisis se basó en los fundamentos teórico-metodológicos del Análisis Textual Discursivo (ATD), el cual se sustenta en principios de la fenomenología y la hermenéutica. Se constató una baja intensidad de interacción entre los investigadores latinoamericanos de distintas nacionalidades, especialmente entre lusófonos e hispanohablantes. Además, surgió la percepción de que el área de Educación Química necesita profundizar el debate sobre cuestiones relacionadas con los elementos propuestos por Talanquer (2017): i) la disciplina como una forma de pensar y actuar en el mundo; ii) la capacidad de seleccionar actividades de enseñanza desafiantes, orientadas a la solución de problemas concretos y significativos; y iii) la implementación de modelos de evaluación formativa — así como intensificar las discusiones sobre la formación de quienes forman a los docentes.

Palabras clave

formación de profesores; química; América Latina

Introdução

Apresentamos a análise de artigos que discutem a formação de professores de um dos oito eixos temáticos, resultantes das ações de pesquisa do projeto intitulado “Mapeamento da comunidade latino-americana de pesquisa em Educação Química: uma análise de suas produções”, que tenciona compreender as produções científicas da comunidade latino-americana de pesquisa em Educação Química, de língua espanhola, por meio de três dimensões: i) o contexto e a justificativa do projeto, ii) o mapeamento bibliográfico realizado e iii) a descrição e interpretação de um dos eixos temáticos resultantes do mapeamento “a pesquisa sobre a formação de professores em Educação Química na América Latina”, por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiazzi, 2016).

Este projeto intenta compreender e dar visibilidade às produções da comunidade de pesquisadores latino-americanos na Educação Química. Segundo Moreno-Rodríguez (2015) e Moreno-Rodríguez e Massena (2020), estudos brasileiros da área da Educação Química dialogam pouco com autores dos países vizinhos. Inspirando-nos em Severino e Romão (2019) que afirmam que a visão tradicional da filosofia em uma perspectiva universal nos espaços acadêmicos brasileiros decorreu de nossa vinculação cultural com o mundo europeu, em razão da colonização, partimos do pressuposto que a visão tradicional da Educação Química também se pautou nesse

processo, sem diálogo com conhecimentos das culturas latino-americanas.

Ainda, intencionamos, no decorrer de nossas ações já realizadas e de nossas perspectivas futuras, estabelecer parcerias entre pesquisadores de diferentes países da América Latina (AL) para fortalecer a cooperação internacional na busca de uma sociedade justa e sustentável. A pergunta que orientou a análise, apresentada neste texto, parte de uma questão fenomenológica: *O que é isso que se mostra sobre a formação de professores de Química em textos de pesquisadores latino-americanos de língua espanhola?*

Metodologia do mapeamento

A abordagem qualitativa na investigação favorece uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos, por meio de uma análise rigorosa e meticulosa de informações discursivas e textuais (Bicudo, 2011). Apoiados em Gerhardt e Silveira (2009), realizamos o mapeamento conduzido pelas etapas: 1. seleção de veículos de divulgação na AL; 2. mapeamento de produções científicas Educação Química nas bases de dados Scielo, Latindex, Google Acadêmico, Periódicos CAPES; 3. análise das produções por meio da ATD; 4. Comunicação dos resultados.

A busca dos artigos científicos foi desenvolvida por meio dos descritores “educación” AND “química” em qualquer parte do texto, o que resultou em 166 artigos no período de 2018 a 2022, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição de artigos por país do primeiro autor de 2018 a 2022

País	Número de Artigos ¹	País	Número de Artigos
Argentina	34	Honduras	1
Brasil	11	México	23
Chile	20	Panamá	01
Colômbia	42	Paraguai	01
Costa Rica	04	Peru	01
Cuba	09	Venezuela	13
Equador	06		
Total		166	

Fonte: elaboração própria.

Estes resultados confirmam maior concentração da área em alguns países e, considerando a extensão geográfica e densidade demográfica do Brasil, também se percebe a baixa presença de artigos de pesquisadores brasileiros em revistas de outros países da AL. A partir da análise dos títulos e resumos, os trabalhos selecionados foram classificados em eixos temáticos, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Mapeamento por eixos temáticos e número de artigos científicos

Eixos Temáticos	Número de artigos científicos
Conteúdo de Química	20
Educação Ambiental	06
Formação de professores	11
Pandemia	08
Perspectiva docente	14
Proposta pedagógica	74
Relatos de experiências acadêmicas	10
Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)	23
Total	166

Fonte: elaboração própria.

Como afirmado anteriormente, nesse artigo apresentamos a análise e compreensão do eixo em destaque na Tabela 2, intitulado “Formação de Professores”.

1 Há artigos constituídos por autores de diferentes nacionalidades.

Metodologia de análise

As produções selecionadas foram examinadas à luz da ATD. De modo geral, a ATD estrutura-se a partir de três momentos: i) unitarização; ii) categorização; iii) elaboração do metatexto (Moraes & Galiuzzi, 2016). Na unitarização, os textos foram desmontados e unidades de significado selecionadas. Para Moraes e Galiuzzi (2016, p. 11), a unitarização “significa colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes dos textos, em um processo de decomposição que toda análise implica”. Cada unidade de significado recebeu um código, formado pela letra A seguido de um número sequencial identificando o artigo e a cronologia da fragmentação, finalizando com o nome dos autores. Assim, por exemplo, Franco-Moreno remete à primeira unidade de significado do artigo de Franco-Moreno.

A seguir, em um movimento recursivo procedemos à categorização, processo de agrupamento por sentido das unidades de significado. O próximo procedimento refere-se a descrição e a produção do metatexto. A elaboração de metatextos é uma das principais características da ATD, pois parte do pressuposto da escrita como “ferramenta mediadora na produção

de significados” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 118). Nele, estabelecemos articulações textuais entre categorias e aspectos teóricos com a intenção de revelar novas compreensões sobre a pesquisa na formação de professores de Química latino-americanos.

O que se mostra na pesquisa?

Dentre os 166 textos localizados, 11 vinculam-se ao eixo da formação de professores (Quadro 1). Inicialmente elaboramos uma síntese descritiva de cada um deles, pois a ATD assume que a descrição permite ao fenômeno se mostrar em um movimento descritivo-compreensivo a partir dos significados do/no texto. Este movimento é de escuta e compreensão para que o outro se manifeste, na intencionalidade predominante de deixar o outro se manifestar. A este desafio se segue o movimento da palavra ao conceito com intenção de ampliação do conhecimento sobre o fenômeno em estudo. Isso posto, apresentamos o metatexto em dois movimentos, o descritivo fenomenológico, e o momento hermenêutico em que buscamos nos argumentos de teóricos, especialmente Talanquer (2017), diálogo com as pesquisas descritas no primeiro movimento analítico.

Quadro 1. Artigos centrados na temática Formação de Professores

Artigos	Temas	Dimensões	Trabalhos de autores brasileiros citados	Categorias conforme Talanquer (2017)
Marín (2021)	Atividades experimentais	Ambiente escolar	Barolli, E. et al., Galiuzzi, M. C. et al.	Conceitualização Química
Mancebo-Rivero et al. (2018)	Metodologia investigativa	Ambiente escolar	Gonçalves, F. e Marques, C. A.	
Franco e Moreno (2019)	Repensar a formação - competências	Histórico dos cursos da FP	Nardi, R. (2003).	Resolução de Problemas
Bertelle et al. (2021)	Sala de aula/pandemia	Histórico dos cursos da FP	Nenhum	

Artigos	Temas	Dimensões	Trabalhos de autores brasileiros citados	Categorias conforme Talanquer (2017)
Pacifico e Lorenzo (2022)	Filosofia	Compreensões epistemológicas e concepções de ciência	Nenhum	Atividades de Ensino
Quiroz et al. (2018)	Separação da dimensão pedagógica e química na FP	Histórico dos cursos da FP	Nenhum	
Adame Rodriguez (2021)	Concepções de ciência – colonialidade	Compreensões epistemológicas e concepções de ciência	Nenhum	
Siso-Pavón (2018)	Docência Universitária	Histórico dos cursos da FP	Nenhum	
Soler Contreras et al. (2020)	Enfoques de Ensino	Compreensões epistemológicas e concepções de ciência	Nenhum	
Ruiz-Ortega e Dussán Lubert (2021)	Argumentação	Ambiente escolar	Leitão, S. Lourenço, A., et al. Mortimer, E. F. e Machado, A. H. Vianna, D. e Carvalho, A. M.	
Godoy Elías et al. (2021)	TIC	Ambiente escolar	Nenhum	

Fonte: elaboração própria.

O movimento fenomenológico

O artigo de Franco-Moreno (2019)², por ocasião do cinquentenário do *Departamento de Química da Universidad Pedagógica Nacional*, apresenta os processos de institucionalização da formação de licenciados em Química na Colômbia, a partir de dados sobre a presença de programas de formação específica no período de 1970 a 2019. Foram identificados apenas cinco, dos 14 países, com formação inicial de professores em Química (Argentina, Brasil, Cuba, Uruguai e Venezuela). Nos demais, a Química configura-se como uma ênfase dentro do curso. Para avaliar o caso colombiano, foi realizado um mapeamento dos programas de formação de professores de Química no *Sistema Nacional de Información sobre la Educación Superior (SNIES)*. Nos anos de 1970 existiam 27 programas de formação de professores com expressiva diminuição nos anos subsequentes. Na época de publicação do artigo existiam quatro programas em funcionamento. Por que os cursos de formação de professores foram fechados? Franco-Moreno aponta como responsável o Ministério da Educação que introduziu os padrões de competências que estabelecem os conteúdos a serem trabalhados. Aponta também:

² Fizemos uma busca por artigos de autores brasileiros nas referências. Neste artigo encontramos: Nardi, R. (2003). La educación en ciencias, la investigación en enseñanza de las ciencias y la formación de profesores en Brasil. *Tecné Episteme y Didaxis*, n° extraordinário, I Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias, 19-33.

Otra razón puede recaer en la legislación en materia de mercado laboral, pues el Decreto 1278 de 2002 avaló a profesionales no licenciados en el área (químicos, químicos farmacéuticos, ingenieros químicos, químicos industriales, químicos de alimentos, entre otros) para ejercer la profesión de la docencia en el sistema educativo nacional, lo que, sin duda, desestimuló la formación de licenciados en las disciplinas específicas. De este modo, los programas fueron terminando sus cohortes y clausurando sus registros calificados ante el MEN, situación que se acentúa durante toda la primera década del siglo XXI. (Franco-Moreno, 2019, p. 222).

Das conclusões de Franco-Moreno (2019), sobressaem semelhanças com o contexto em que estamos inseridos. A organização curricular assumindo padrões de “competências” também foi alvo de críticas nas políticas brasileiras. A tentativa de incorporar outras formações universitárias, no intento de substituir a Licenciatura em Química, embora tenha surgido recentemente, parece não ter alcançado a mesma abrangência atingida na Colômbia. Licenciaturas foram fechadas, especialmente nas universidades privadas por falta de alunos. O baixo número de ingressantes têm afetado os cursos de Licenciatura em Química nas universidades públicas brasileiras. A falta de mercado, de concursos públicos, salários não atrativos, as condições das escolas, que são reflexo da desvalorização da docência, têm contribuído para o esvaziamento da formação de professores como um todo, e na Química não é diferente. Conforme Pereira e Martins (2002), o que vem acontecendo configura-se como um movimento de proletarização da profissão, o qual tem resultado na falta de interesse pela docência por parte das novas gerações.

Em convergência para com o tema histórico, o texto de Pacífico e Lorenzo (2022) resulta

de uma investigação sobre a formação de professores na área das Ciências Naturais na província argentina de Santa Fé, desde o final da ditadura em 1983 até 2021. Indicam que no ensino de Ciências Naturais há diferentes dimensões, quais sejam: os aspectos internos das Ciências (teorias, hipóteses, sistemas axiomáticos, entre outros); os aspectos externos às Ciências (condições de possibilidade históricas concretas do surgimento das teorias científicas considerando o político, o econômico, o social, o antropológico, entre outros) e os aspectos vinculares das Ciências que focam a partir das relações com outros saberes (arte, filosofia, tecnologia, em seu vínculo com a cultura em geral e com a sociedade). Assim, questionam a predominância de qualquer uma das dimensões em detrimento das outras:

¿Qué implicancia posee para la formación docente el privilegio de estas dimensiones en la enseñanza de la naturaleza de las ciencias? Posiblemente, quienes se encuentran en la primera postura apelan a la incorporación de los aspectos metateóricos para promover la enseñanza de las ciencias y motivar al estudiantado a abrazar la racionalidad plena, mientras que los que se enmarcan en las otras dos posiciones intentan transformar la arrogancia de las ciencias, enfatizan entonces su falibilidad, el impacto en lo político y sus intereses. Para estos grupos, las ciencias son otras formas igualmente válidas de comprender el mundo. Y ante esta situación, nuevas preguntas irrumpen o viejas preguntas se actualizan. (Pacífico & Lorenzo, 2022, p. 87)

A partir das entrevistas com os formadores das disciplinas de temas relativos à epistemologia, questionaram a formação filosófica destes professores. Esta mesma pergunta poderia ser catalisadora de debate em nossos contextos. Por exemplo, Sousa, Santos e Galianzi (2019), em um estudo nos cursos de

um estado brasileiro, apontam que dos 23 cursos de Licenciatura em Química analisados apenas dez deles tem componentes curriculares vinculados a Filosofia da Educação. Em outro estudo, Garcia e Sousa (2021) constataram que em outro estado brasileiro, dos 27 programas de formação docente com habilitação em Química, 25 têm unidades curriculares relacionados com a Filosofia, mas vinculam-se mais à Filosofia da Ciência. As perguntas feitas pelas pesquisadoras argentinas permanecem pertinentes. Compreendemos, com base no cenário exposto, sobre a importância da incorporação e adensamento da presença da Filosofia nos currículos dos cursos de Licenciatura de Ciências da Natureza.

Concernente ao tema das epistemologias, Quiroz et al. (2018) examinaram as concepções epistemológicas de professores e alunos de um programa de licenciatura em Química no Chile, no qual as disciplinas de Química estão ao encargo de professores da *Facultad de Ciencias* e os da formação pedagógica da *Facultad de Educación*. Esta separação entre a formação, com relação aos professores de Química e os professores da formação pedagógica, é frequente no Brasil e gera tensões acerca dos aspectos epistemológicos correlatos à formação disciplinar e à formação pedagógica, como indicam os autores.

Apoiados no sistema filosófico de Mário Bunge sobre o realismo científico, Quiroz et al. (2018) classificaram a atividade científica por meio de quatro aportes, brevemente descritos por: i) Existência da realidade objetiva; ii) Pluralismo de propriedades; iii) Determinismo ontológico; e iv) Determinismo epistemológico.

Com relação ao construtivismo, considerado o prisma do realismo científico, argumentam que o mesmo se apresenta nas vertentes ontológica, social ou social-construtivista, psicológica e pedagógica. O trabalho faz uma comparação entre o realismo e a vertente sociológica do construtivismo e apresenta críticas ao construtivismo por conservar o paradigma epistemológico aristotélico-empirista, assumindo uma epistemologia relativista em que, ao não existir uma verdade objetiva, também não há um conhecimento mais verdadeiro do que o outro.

Para identificar as visões de Ciência dos participantes, os autores elaboraram instrumentos com perguntas sobre o desenvolvimento da teoria atômica em duas versões, uma orientada aos professores da *Facultad de Ciencias* (EFC) e professores de Química em formação e outra para os professores da *Facultad de Educación* (EFE). As perguntas direcionavam-se a uma das correntes epistemológicas consideradas na pesquisa: realismo científico, construtivismo e positivismo. O positivismo não mostrou ter influência junto aos professores. O construtivismo teve pouca aceitação entre os professores das Ciências da Natureza, enquanto os professores de Filosofia e de Educação apresentaram visões epistemológicas heterogêneas. Ao final do artigo lançam um conjunto de questionamentos: Qual é a orientação epistemológica mais adequada para o ensino e para a aprendizagem da Química? Como conjugar as diferentes epistemologias considerando que os formadores têm visões diferentes? É possível e desejável que os estudantes estejam imersos em uma formação com uma visão da natureza da ciência unificada?

O entendimento de que há diferentes visões de Ciência, e que estas merecem ser debatidas, fortalece a trama de conexões com o próximo artigo analisado, no qual as concepções de Ciência desde a diversidade cultural em programas de formação de professores na Colômbia assumiram o foco (Adame Rodriguez, 2021)³. Foi realizada uma análise de três programas de formação de professores em várias regiões do país, com diversas características étnicas, sociais e culturais da Colômbia, em relação à perspectiva da diversidade cultural no ensino, os enfoques epistemológicos, antropológicos e didáticos das ciências e sociológicos do conhecimento científico.

O artigo parte do pressuposto, confirmado nos resultados, de que o maior objetivo da educação científica é o ensino da ciência ocidental, o que dificulta a formação docente em contextos de saberes diversos dentro de uma nação pluriétnica e multicultural. O autor discute cinco tendências contemporâneas de concepções de ciência em uma perspectiva de diversidade cultural: universalismo, multiculturalismo, pluralismo epistemológico, interculturalismo e contextualismo cultural. Podemos dizer que este contexto não se restringe a Colômbia, pois encontra na AL pistas que fortalecem essa percepção, na qual saberes tradicionais começaram a aparecer nos currículos de alguns programas de formação de professores de

Química muito recentemente. Nesse escopo, Adame Rodriguez (2021) conclui:

En relación con lo expuesto, surgen como propuestas la descolonización del conocimiento dentro de la formación docente (Walsh, 2004), con lo que se permita reconocer la diversidad cultural como una riqueza que potencia el acto educativo dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. A partir de ello, se favorece la conservación de nuestro acervo y se establecen rutas que conduzcan a un diálogo intercultural en la escuela, por medio de una apertura de las concepciones de los sujetos a través de la comprensión e interacción de pluralidades epistémicas. (p. 20)

A preocupação exposta neste trabalho apresenta uma componente importante, pois podemos identificar larga tradição de colonização no âmago de nossa história e os saberes comumente levados aos currículos da formação de professores trazem imbuída esta tradição. Em contrapartida, buscar pelos conhecimentos e saberes contextualizados, favorece a valorização de saberes populares e ancestrais, assim como a constituição de uma identidade latino-americana.

Se estes artigos abordaram aspectos históricos e epistemológicos da formação docente em suas análises, um tema estruturante, sem dúvida, é a sala de aula. Bertelle et al (2021) analisaram a residência pedagógica em um curso de formação de professores de Química na Argentina. Durante o último quadrimestre do curso os estudantes aplicaram, em sala de aula de nível médio, os projetos elaborados durante o período de permanência neste espaço. A experiência mostrou o contexto desafiador de formar professores durante a pandemia. No curso analisado pode-se identificar dois eixos de formação:

3 O trabalho foi apresentado no *Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables realizado na Universidad Pedagógica Nacional da Colombia* em 2018. Todos os trabalhos foram publicados em um número especial da revista *Tecné, Episteme y Didaxis*, no entanto o acesso ao trabalho não foi possível, pois remete a um outro trabalho, por isso buscamos a tese que deu a origem ao trabalho e, no momento da análise, encontramos um artigo referente à tese em outra revista: Adame Rodriguez, Juan David. *Concepciones de ciencia desde la perspectiva de diversidad cultural en profesores de programas de licenciaturas en ciencias naturales y educación ambiental en Colombia. Análisis. Revista Colombiana de Humanidades*, v. 53, n. 98, 2021. Disponível em <https://www.redalyc.org/journal/5155/515568676009/> acessado em 22 de fevereiro de 2024.

- De la formación disciplinar específica: integrada por asignaturas y seminarios que aportan a: - Formación específica en Química: asignaturas de contenido químico. -Formación básica y complementaria: asignaturas relacionadas con Matemática, Física, Biología, Geología.
- De la formación docente: espacios en los que se abordan temáticas vinculadas a la Psicología y la Sociología de la educación, la Epistemología. Muy vinculados con este eje están Didáctica General, las Didácticas específicas, la Residencia, el Seminario de Proyecto de Carrera y el Seminario de Práctica. (p. 184).

Conforme relatado pelas autoras, a formação pedagógica acontece desde o início do curso, com observações de aula, algumas intervenções, trabalho acompanhado por professores, e elaboração de oficinas. Ao final do curso acontece a residência, com atividades práticas e de reflexão. Cada residente, durante a componente curricular, desenvolve dois projetos, um no nível médio e outro no ensino superior. O residente elabora e compartilha seu diário de reflexão com o professor, recebe indicações de aspectos positivos e fragilidades na aplicação de seus projetos em aula.

Nessa experiência, os professores decidiram, dada a pandemia, por intervenções não-presenciais dos quatro residentes nas seguintes atividades: entrevista com os professores das escolas ou instituições de ensino superior; desenvolvimento de intervenções em aulas não-presenciais, inicialmente em ações de tutoria e, posteriormente, a partir de um plano de ensino acordado com os formadores; a aplicação síncrona ou assíncrona da proposta de ensino; planejamento de avaliação da aprendizagem e elaboração do diário de reflexão. Nisso, o tutor assumiu um papel de destaque por ser o responsável em manter contato com os residentes. Para além do mencionado, os professores solicitaram aos residentes a elaboração de um Guia Didático. Este Guia oportunizou, segundo as autoras, compartilhar informação e orientar a aprendizagem. Foram apresentados pelos residentes diferentes guias didáticos com explicações, resolução de situações problemáticas, mapas conceituais e análise de dados experimentais.

Este artigo nos fez rememorar o contexto dos estágios em períodos pandêmicos, nos quais vivenciamos experiências análogas. Um aspecto em comum, reverberado no trabalho de Franco-Moreno (2019), se refere à falta de alunos nos cursos de licenciatura, fato perceptível atualmente no Brasil. No estudo de Bertelle et al (2021), apenas quatro estudantes chegaram na etapa da residência.

Um aspecto importante a considerar no ensino a distância foi destacado por Dussel (2020), pois o acesso aos meios digitais não é uniforme e expressa desigualdades. Isso remete ao que Diaz-Barriga-Arceo e Barrón-Tirado (2020) explicitaram sobre ser a AL a região mais desigual do planeta, mesmo quando se comparada com a África e com o leste da Ásia, sem precisar mencionar esta questão frente aos países economicamente mais ricos. Fica a problematização trazida por Talanquer (2013) em sua densa produção acadêmica: Que currículo de Química desenvolver em sala de aula na educação média e superior para abarcar

esta complexidade? Que currículos têm sido apresentados pelas instituições formadoras?

No escopo do debate em torno das questões curriculares, para caracterizar os processos de pesquisa realizadas como proposição de um ensino por investigação no ensino universitário na formação de professores de Química, Siso-Pavón (2018) realizou uma observação participante nas aulas de quatro professores de Química Orgânica de uma universidade venezuelana. Professores e estudantes foram entrevistados. A argumentação de Siso-Pavón remete à relevância de adensarmos as investigações com foco na formação pedagógica dos professores universitários. Nas suas palavras:

De esta forma, la implementación de la investigación para la enseñanza de la química en la formación inicial docente del caso estudiado dista de las formas y finalidades que la literatura en Didáctica de las Ciencias Experimentales aporta en la actualidad. Se reconoce un matiz tradicionalista en la enseñanza de estos contenidos en el caso, que suele ser un modelo a replicar por parte del profesorado en la enseñanza media, una vez finalizada la formación. (Siso-Pavón, 2018, p. 273)

Em outro artigo, Soler Contreras et al. (2020) caracterizaram o enfoque de ensino dos professores de Química no município de Soacha Cundinamarca (Colômbia). O estudo chegou às seguintes conclusões: a alta presença do enfoque de Mudança Conceitual centrado nos estudantes; correlações importantes entre o enfoque de ensino e as variáveis sociodemográficas, especialmente comunidade e idade, também uma notável correlação entre o enfoque de ensino e a formação acadêmica. Todavia, não houve correlação entre o enfoque de ensino e o tempo de formação. O trabalho se sustenta no conceito de enfoque de ensino como resultado “*de las interacciones entre las intenciones adoptadas*

y las estrategias utilizadas por los docentes, como variables que intervienen en la ruta que sigue un profesor, en su quehacer profesional, al orientar una asignatura” (p.39).

Segundo os autores, os estudos sobre os enfoques de ensino conduziram a dois tipos, Transmissão de informações/ensino centrado no professor e Mudança conceitual/ensino centrado no estudante. E pontuam dificuldades parecidas às encontradas em salas de aula brasileiras, especialmente nas escolas públicas, semelhança que pode ser vislumbrada por meio da seguinte unidade:

En efecto, factores tales como: aulas con alto número de estudiantes; alta cobertura curricular exigida; poco tiempo en la distribución académica para el estudio de la química; escasos recursos para orientar procesos académicos de calidad y ausencia de laboratorios o laboratorios con muy poca dotación y con una infraestructura inadecuada, podrían estar generando una eficacia disminuida en el aprendizaje de los estudiantes, que no se corresponde con el enfoque de enseñanza adoptado por parte de los docentes. (Maquilón, 2003; Monroy, 2013 apud Soler Contreras et al. 2020, p. 47)

Ainda, pesquisando a sala de aula, Ruiz-Ortega e Dussán Lubert (2021)⁴ perceberam que é necessário propor a argumentação

4 Neste trabalho foram reconhecidos autores brasileiros: Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 6, 332-360. DOI: 10.1159/000022695; Lourenço, A., Abib, M. y Murillo, F. (2016). Aprendendo a ensinar e a argumentar: saberes de argumentação docente na formação de futuros professores de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(2), 295-316. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4376>; Mortimer, E. F. e Machado, A. H. (2001). Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Em: E.F. Mortimer, e A. L. B. Smolka, (Orgs.). *Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula*. (pp. 107 -138). Autêntica; Vianna, D. e Carvalho, A. M. (2000). Formação permanente: a necessidade da interação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula. *Ciência & Educação*, 6(1), 31-42.

como componente para a formação docente. No estudo desenvolvido na *Universidad de Caldas* (Colômbia), foram pesquisados 121 estudantes da Licenciatura em Biologia). A análise revelou uma falta de clareza sobre a adoção da argumentação como uma oportunidade para a aprendizagem e para a construção do conhecimento escolar.

Isso remete à formação continuada de professores e ao currículo da formação docente. Apontar para mudanças curriculares direciona para outra temática destacada sempre na Educação Química, as atividades experimentais. Mancebo-Rivero et al. (2018)⁵ analisaram a metodologia investigativa desenvolvida por professores de Química Geral em uma universidade cubana.

As autoras apresentam um conjunto de atividades sobre linguagem química, equipamentos de aquecimento, ferramentas de medida, materiais de metal, recipientes de medição, e utensílios diversos. A título de exemplo, expomos na sequência uma das atividades propostas, elucidando o caráter investigativo da proposição:

Se conoce que el mármol contiene una sustancia química que puede ser empleada en la obtención del dióxido de carbono. Diseñe un experimento químico a partir del cual se pueda obtener esta sustancia. Compruebe en la práctica la validez del diseño. Investigue posibles aplicaciones del dióxido de carbono, así como efectos provocados por esta sustancia al medio ambiente. (Mancebo-Rivero et al., 2018, p.18)

As atividades experimentais também foram foco de análise na investigação retratado no artigo de Marín (2021)⁶, no entanto seu foco centrou-se em tópicos específicos de Biologia e de Química. A pesquisa ancorou-se em pressupostos da pesquisa-ação participativa em quatro fases: planejamento, aplicação, avaliação e sistematização e socialização. A mesma se desenvolveu em um contexto de formação inicial de professores de Ciências da Natureza e Educação Ambiental, com cinco estudantes em atividades experimentais baseadas na resolução de problemas. Chegaram à conclusão de que o modelo experimental, baseado na resolução de problemas, é consistente com as contribuições da pesquisa educativa e com as características da ciência e da prática investigativa. Estas duas pesquisas, sobre atividades experimentais, têm em comum proposições de investigações que oportunizam aos estudantes aprender uma faceta, como assim denomina Talanquer (2013), da Educação Química e que ressoa com orientações teóricas de nosso contexto.

5 Neste trabalho reconhecemos nas referências um artigo de autores brasileiros: Fábio Peres Gonçalves e Carlos Alberto Marques.

6 Nas referências deste trabalho foram reconhecidos alguns autores brasileiros. Este fato fortalece o argumento da necessidade de maior interação entre pesquisadores latino-americanos: Barolli, E., Laburú, C. A. y Guridi, V.M. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88-110; Galiuzzi, M. C., De Barros, J. M., Schmitz, L. C., Langoni, M., Giesta, S. y Peres, F. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 7(2), 249- 263.

O último artigo apresenta as TIC. Os movimentos sociais no Chile têm exigido da sociedade e do governo transformações na educação rumo a uma educação mais equitativa e de maiores oportunidades. Godoy Elías et al. (2021), ao desenvolverem uma crítica à medida da avaliação por indicadores padronizados que mostram que a educação no Chile está abaixo dos padrões internacionais, propõem uma melhora na qualidade da formação inicial de licenciados em Ciências da Natureza, em especial da Química a partir do uso das TIC.

Neste artigo, os autores classificam os estudantes em *Millennials* (nascidos entre 1980 e 1999) e *post-Millennials*. Os primeiros, pragmáticos, com pouca capacidade de concentração, se caracterizam pela responsabilidade social, aspiram por estabilidade financeira e respondem ao modelo de ensino tradicional e às metodologias digitais. Os segundos aspiram por um trabalho dos sonhos e se inclinam mais por modelos e técnicas digitais. Em relação à comunicação, os *Millennials* preferem mensagens de texto ou voz. Os *Post-Millennials*, vídeos e alternativas educativas como instruções tutoriais em que possam observar e fazer mais do que escutar e ler.

[...] la tecnología y su permanente disponibilidad on line capta completamente la atención de estos estudiantes (Del Barrio, 2016), haciendo necesaria la generación de espacios que permitan reorientar las didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que, además, se promuevan aprendizajes de las ciencias. (Godoy Elías et al., 2021, p.292)

Dada as características dos estudantes, a inclusão da educação dos *Post-Millennials* é chave. Para isso, a formação de professores precisa considerar esse cenário. A importância dada ao ensino de Química, para os autores, está na principal fonte econômica do Chile que

é a indústria mineira, contando com reservas de toneladas de minerais, entretanto, há um déficit de mão de obra especializada. Com um mapeamento de trabalhos de pesquisa, argumentam sobre a potência das TIC para a aprendizagem na formação inicial docente, no âmbito da sustentabilidade e do interesse dos estudantes.

Segundo os autores, a meta pautada na possível alteração do contexto vivenciado precisa apostar nos processos educativos para gerações altamente tecnologizadas. Visto que quando esses processos são mediados pelas TIC há significativo aumento da sua potência, na intencionalidade de fomentar o interesse dos estudantes e promover as aprendizagens em Ciências. Da mesma forma potencializam a formação de profissionais qualificados que venham a contribuir para o desenvolvimento do Chile. Estes profissionais estarão melhor preparados para abordar os desafios pedagógicos frente às próximas gerações. Um aspecto para o qual nos atentou este artigo se refere à caracterização dos *millennais* e *post-millennais*, trazendo uma dimensão, para nós, emergente no conjunto dos textos analisados.

Díaz-Barriga-Arceo e Barrón-Tirado (2020), considerando a desigualdade social na AL, argumentam em favor da proposição, no trabalho supramencionado, porém, as tecnologias digitais não são soluções por si mesmas, sua potencialidade reside na interação humana em que a mediação nos planos semióticos e psicológicos acontecem. Os autores alertam que os ambientes de aprendizagem requerem formação, recursos, aplicação para atender a diversidade dos estudantes. A tutoria e o acompanhamento dos professores podem vir a garantir percursos curriculares orientados às especificidades de cada um dos estudantes.

Diante do que foi apresentado, se não pode ser generalizado, possibilita, entretanto, desvelar cenários que potencializam a tessitura

de argumentos concernentes a devires no campo da formação docente na área da Educação Química, partindo do prisma de investigações desenvolvidas por autores da AL em três dimensões. Uma delas em torno de melhor entendimento sobre aspectos históricos dos cursos de formação de professores. A segunda com foco nas compreensões epistemológicas e concepções de ciência de estudantes e professores. A terceira, em uma perspectiva do ambiente escolar, apontou para as metodologias investigativas nas atividades experimentais, para a importância da argumentação e para o uso das TIC, atentando para as especificidades dos estudantes. Os três eixos são legítimos e importantes. Para ancorar a descrição realizada, sustentamos a análise com argumentos desenvolvidos por Talanquer (2017).

O movimento hermenêutico

Seguindo os argumentos de Talanquer (2017) sobre a formação de professores, três elementos formativos são fundamentais. Primeiro, a conceitualização da Química como uma disciplina que tem uma forma de pensar e agir no mundo. Segundo, a habilidade para organizar atividades de ensino que produzam explicações e soluções a fenômenos específicos de interesse. Terceiro, a capacidade de planejar atividades de ensino de forma adaptativa, baseada em um modelo de avaliação formativa que possa apoiar, enriquecer, desafiar e direcionar o pensamento.

Com relação à conceitualização da disciplina, Talanquer (2017, p. 186) apresenta uma maneira distinta de pensar a mesma:

una disciplina se define menos por los contenidos que abarca que por los tipos de preguntas que nos permite responder, los problemas que nos ayuda a resolver y las estrategias intelectuales y experimentales que se utilizan para recabar la información, organizarla, analizarla y aplicarla.

De acordo com o autor é importante que os professores se questionem (Talanquer, 2017, p. 187):

¿Qué tipos de problemas nos ayuda a resolver la disciplina? ¿Cómo se obtiene y usa la información que nos permite resolver tales problemas? ¿Qué tipos de juicios y decisiones se toman para resolver problemas en la disciplina? ¿Qué tipos de suposiciones se hacen? ¿Qué ideas centrales guían la toma de decisiones y la generación de explicaciones? ¿Qué tipos de herramientas intelectuales y experimentales se utilizan? ¿Cuáles son los beneficios, costos y riesgos asociados con el trabajo y los productos de la disciplina?

Sem dúvida não é fácil responder às questões propostas, mas propô-las a grupos de professores pode transformar a hegemonia do ensino tradicional de Química. O foco do trabalho pedagógico está centrado mais nas formas de raciocinar do que nos conteúdos a ensinar. E como concretizar estas ideias na sala de aula? Talanquer afirma: “tendo uma pergunta para catalisar as discussões, o professor deve ter em mente os conceitos, ideias e habilidades que se delineiam

como necessários para o enfrentamento da questão. Os contextos em que a pergunta se insere devem ser de interesse para os estudantes” (2017, p. 6).

Dos 11 textos com foco na formação de professores de Química podemos destacar os que contemplaram este elemento. Mancebo-Rivero et al. (2018), ao investigarem uma metodologia para a formação experimental do professor de Química sustentada no ensino investigativo, atendem a este quesito por apostarem no ensino por investigação em atividades experimentais. Da mesma forma Marín (2021), que apresenta uma proposta com atividades experimentais baseadas na resolução de problemas.

Em relação à resolução de problemas Talanquer (2017, p. 187) se posiciona:

Un docente que conceptualiza su disciplina como una forma particular de pensar y conocer el mundo se encuentra en una mejor posición para diseñar oportunidades de aprendizajes significativas que uno que la concibe como un conjunto estático de conocimientos. El primero estará más abierto y dispuesto al desarrollo de tareas instruccionales que enfrenten a los estudiantes con la resolución de problemas más auténticos. Este docente prestará más atención a las formas de pensar y actuar de sus estudiantes. Sus evaluaciones seguramente incluirán un mayor número de instancias en las que estos deban tomar decisiones, evaluar alternativas, proponer soluciones y generar explicaciones.

Consideramos que a pesquisa sobre os estágios (Bertelle et al., 2021) também contempla este elemento, uma vez que ensinar Química faz parte da Química entendida como disciplina e as autoras ao acompanhar a atuação de estudantes em aula contemplam este elemento. Considerando o

mesmo espectro de entendimento, a pesquisa de Franco-Moreno (2019) se insere neste elemento, pois ao ser incorporada em cursos de formação inicial oportuniza desvelar diferentes modos de pensar a formação ao longo do tempo.

Fica a pergunta: um professor de Química na educação básica, com a formação tradicional, consegue ensinar e responder as perguntas propostas por Talanquer (2017), considerando que seu espaço de atuação profissional tem sido a sala de aula apenas?

Os trabalhos que se debruçaram sobre as epistemologias de estudantes na formação inicial (Quiroz et al., 2018) ou com professores experientes (Pacífico & Lorenzo, 2022) apontaram desafios para a formação inicial e continuada. No entanto, expressam pistas que evidenciam como maior desafio a inclusão do debate, nos cursos de formação, de concepções de ciência em uma perspectiva de diversidade cultural (Adame Rodriguez, 2021), pois representa uma transgressão no currículo tradicional operante nos cursos de formação de professores de Química.

Com relação às atividades de ensino, para Talanquer (2017, p. 188) são:

[...] unidades de trabajo que organizan y dirigen el pensamiento y las acciones de los estudiantes en el aula (Doyle y Carter, 1984). Estas tareas organizan la labor cognitiva a través de la definición de las metas o productos esperados, los recursos disponibles para completarlas y el conjunto de operaciones que se deben aplicar. Las oportunidades que los estudiantes tienen para aprender se incrementan cuando trabajan en tareas instruccionales que representan un reto intelectual apropiado para su nivel, y se implementan asegurando que exista alta demanda cognitiva de forma sostenida. Las tareas instruccionales

influyen el aprendizaje a través de su efecto en cómo los estudiantes piensan en los problemas o preguntas planteados, el tipo de conversaciones que se establecen en el aula, las actividades en las que estos se involucran y las ideas, creencias y respuestas emotivas que desarrollan sobre los propósitos del aprendizaje (Thompson, 2014).

É preciso que os professores em formação inicial considerem a relevância de elaborar atividades que venham a envolver os estudantes em um conjunto de práticas científicas que necessitem de integração de conceitos e ideias. Estas atividades requerem produção de informação, sua análise e avaliação bem como construção de argumentos que justifiquem as explicações e soluções propostas Talanquer (2017). A proposição da argumentação em aulas da formação inicial (Ruiz-Ortega & Dussán Lubert, 2021) e a preocupação com o enfoque de ensino de professores discutida por Soler Contreras et al. (2020) sinalizam para este elemento da formação de professores, neste caso apontando para a formação continuada.

A organização das atividades de ensino propostas por Talanquer (2017) são muito próximas da proposição do educar pela pesquisa discutida por diferentes autores no Brasil. Nestes trabalhos em diferentes contextos, há em comum o argumento em torno da relevância da pergunta. E se Talanquer (2017) enfatiza a pergunta do professor, nestes trabalhos há também o destaque para a importância da pergunta do aluno. É claro que as perguntas elaboradas por Talanquer (2017) mostram uma intenção de organização curricular que não estará possivelmente nas perguntas dos alunos, transitar entre estes dois níveis nos parece importante.

Os trabalhos que, de certa forma, abordaram o ensino de Química como disciplina, poderiam também estar classificados na organização de atividades de ensino. Não os vamos repetir aqui. Siso-Pavón (2017), ao analisar as aulas de Química Orgânica para futuros professores de Química evidencia por meio do fenômeno da formação de professores de Química o contraste entre os resultados da pesquisa educativa e as salas de aula de uma disciplina específica de conteúdo Química, como também relata Talanquer (2017, p. 189):

Sin embargo, unas cuantas visitas a salones de clase desde los niveles primarios hasta el posgrado bastan para darse cuenta de que pocos docentes involucran a sus estudiantes en tareas con tales características. Por ello es de central importancia que los docentes en formación tengan múltiples oportunidades para observar, construir, implementar, evaluar y reflexionar sobre tareas instruccionales que estén mejor alineadas con principios de diseño fundamentados en los resultados de la investigación educativa en su disciplina.

Com relação à avaliação formativa, como marco de referência e de ação, esta precisa ser um processo dinâmico de produção de informações sobre a aprendizagem em aula. E as informações requerem ser interpretadas e avaliadas de modo a oferecer condições e ferramentas para que os estudantes avancem (Talanquer, 2017).

Em relação aos trabalhos analisados, a avaliação formativa foi tema do trabalho de Marín (2021). Os padrões avaliativos internacionais foram questionados por Godoy Elias et al. (2021) sem que a avaliação tenha sido temática de sua pesquisa, mas justificativa para a problematização do ensino no nível médio em escolas chilenas. Talanquer (2017), no entanto, coloca no elemento da avaliação formativa a importância de o professor aprender a escutar os estudantes e, nesse sentido, Godoy Elias et al. (2021) chamam atenção para diferentes modos de ser dos *millennais* e *post-millennais*, o que, no nosso entender, se insere na perspectiva tanto da organização de materiais como também da avaliação formativa.

Considerações finais

Os trabalhos aqui analisados fortalecem nosso argumento da necessária busca por maior diálogo entre pesquisadores da Educação Química na AL, especialmente entre os de língua espanhola e língua portuguesa, porque se assemelham as preocupações em nossos contextos formativos⁷. Também se percebe, dada a densidade das referências bibliográficas em todos os textos analisados, que são poucos os autores brasileiros citados nas temáticas estudadas, o que também, segundo nossa hipótese, acontece em textos de autores brasileiros em relação a autores latino-americanos de língua espanhola. Fomos, ao longo dos textos, analisando, destacando e pontuando os autores brasileiros que reconhecemos mediante o exposto no Quadro 1 e em notas de rodapé e identificamos uma

baixa presença destes nos artigos mapeados e analisados.

De acordo com os elementos apresentados na obra de Talanquer, apontamos relações de pertencimento a um e outro elemento considerando que alguns deles constituem-se por características em mais de um texto. Se observarmos os elementos expostos por Talanquer (2017) para a formação de professores, parece-nos que estão mais direcionados para a sala de aula e ao modo de caracterizar a Química como disciplina com uma diversidade de metodologias e uma proposição de avaliação. Considerando estes argumentos, parece-nos que revelam a necessidade de melhoria na formação inicial e continuada dos professores de todos os níveis, abrangendo também a formação dos formadores, um aspecto frequentemente não abordado, em todas as especialidades da Química.

Diante do exposto, sugerimos incluir na formação dos atuais e futuros professores de Química as discussões sobre diversidade cultural e questões étnico-raciais. Ademais, as perspectivas filosóficas, abordagens fenomenológicas e hermenêuticas têm nos desafiado a pensar a sala de aula de Ciências e de Química a partir da percepção e da estética. Assim, a narrativa é outra forma de problematizar o currículo de Química, pois, afinal, como nos tornamos os professores que somos? Assim, um eixo que contemple a experiência em seu sentido filosófico, a nosso ver, poderia ser acrescentado à formação de professores de Química.

Cabe ressaltar que a natureza deste estudo acarretou algumas limitações, como a dependência da disponibilidade das fontes para obter produções científicas da área, pelo que se faz necessário frisar que nossa análise não contemplou a totalidade dos trabalhos produzidos na região. Outra limitação refere-se à dificuldade de refletir com precisão sobre a

⁷ No decorrer de nossas atividades no projeto supramencionado, desenvolvemos ações no intento de superar e/ou minimizar essas barreiras, tais como o evento intitulado “Círculo de Diálogos sobre Educação Química na América Latina”, que ocorreu entre os dias 17 e 18 de fevereiro de 2025. O site do evento pode ser consultado em: <https://www.even3.com.br/circulo-de-dialogos-sobre-educacao-quimica-na-america-latina-507543/>

realidade prática da pesquisa em Educação Química, destacando a importância de estudos que investiguem experiências acadêmicas *in loco*.

Diante disso, consideramos que estratégias e ações concretas, como redes de colaboração acadêmica e eventos científicos internacionais, que se têm mostrado como experiências positivas, representam fontes ricas de informações para futuras análises sobre a Educação Química na América Latina. Destacamos, entre as redes acadêmicas e de pesquisa, a *Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (REDLAD), a *Red Latinoamericana en Educación en Ciencias Naturales* (REDLAECIN) e a Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química (RELAPEQ). Além disso, ressaltamos a relevância de eventos científicos como o *Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias* (CIFPC), o *Congreso Iberoamericano de Educación Científica* (CIEDUC), a *Conferencia Interamericana de Educación Científica* e o Encontro Latino-Americano de Pesquisa em Educação em Química, entre outros.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- Adame Rodriguez, J. D. (2021). Concepciones de ciencia desde la perspectiva de diversidad cultural en profesores de programas de licenciaturas en ciencias naturales y educación ambiental en Colombia. Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades*, 53(98), 1-22. <https://www.redalyc.org/journal/5155/515568676009/>
- Bertelle, A., Iturralde, C., Fuhr Stoessel, A. e Lurbet, F. (2021). Formar profesores de Química en épocas de Aislamiento Social Preventivo Obligatorio: una experiencia del desarrollo de la residencia. *Educación En La Química*, 27(02), 183–191. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/57>
- Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la pandemia. *Revista Científica EFL*, 6(10), 11-25.
- Franco-Moreno, R. A. (2019). 50 años de institucionalización de la licenciatura en Química en Colombia: hacia un estudio histórico necesario en la UPN. *Revista Científica*, 35(2), 216-224. <https://doi.org/10.14483/23448350.14877>
- Galiazzi, M. C. e Sousa, R. S. (2022). *Análise Textual Discursiva: uma ampliação de horizontes*. Editora Unijuí.
- Garcia, M. S. e Sousa, R. S. (2009). A educação filosófica de professores de Química no estado do Paraná. *Revista Dynamis*. 27(1), 115-136. <https://doi.org/10.7867/1982-4866.2021v27n1p115-136>

- Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T. (Org.). (2009). *Métodos de Pesquisa*. 1ª Ed. Editora da UFRGS.
- Godoy, M. E., Zuniga Garay, E. e Tomljenovic Niksic, M. (2021). Desafíos del profesor de ciencias frente a estudiantes Millennials y Post-Millennials. *Revista de Estudios y Experiencias em Educação*, 20(44), 285-311. <http://dx.doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.017>
- Marín Quintero, M. (2021). El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: una experiencia con docentes en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(9), 163–182. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-8221>
- Moraes, R. & Galiuzzi, M. (2016). Carmo. *Análise Textual Discursiva*. Editora da Unijuí.
- Moreno Rodriguez, A. S. (2015). *Educação Química com enfoque CTS a formação cidadã: Caminhos percorridos nas licenciaturas da UPN e da FURG (Colômbia - Brasil)* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande]. FURG Repositório Institucional.
- Moreno-Rodriguez, A. S. & Massena, E. P. (2020). Cooperação Latino-americana para a Formação de Professores de Ciências. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências* 22, e18874. <https://doi.org/10.1590/21172020210143>
- Pacífico, A. M. & Lorenzo, M. G. (2022). La epistemología en la Formación de los profesores en el área de Ciencias naturales en la provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia, *Educación en la Química*, 28(1), 84-89.
- Quiroz, W., Colihunca, E. e Merino, C. (2018). Realismo científico versus constructivismo en la formación inicial de profesores de Química. *Revista Electrónica de Innovación en Enseñanza de las Ciencias (REINEEC)*, 2(u), 91-114.
- Ruiz-Ortega, F.J. e Dussan Luberth, C. (2021). Competência argumentativa: um fator chave na formação de professores. *Educação e Educadores*, 24(1), 30–50. <https://doi.org/10.5294/educ.2021.24.1.2>
- Severino, A. J. e Romão, N. P. (2019). *Posições decolonizantes no pensamento filosófico-educacional no Brasil*. In A. J. Severino & O. M. Marcondes (Orgs.), *Filosofia da educação na América Latina: Aproximações, diálogos e perspectivas* (pp. 202–236). Cartago Editorial.
- Soler Contreras, M. G., Cárdenas Salgado, F. A. y Hernández-Pina, F. (2020). Caracterización del enfoque de enseñanza en docentes que orientan la asignatura de química en el municipio de Soacha. *Educación Química*, 31(2), 38-50.
- Siso-Pavón, Z. (2018). La Investigación en la Enseñanza Universitaria de Química: un Caso en la Formación Inicial Docente. *Rev. Digit. Invest. Docencia Univ.* 12(2), 256-275. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-25162018000200013&lng=e
- de Sousa, R. S., dos Santos, A. R e Galiuzzi, M. C. (2019). A Filosofia na Formação de Professores de Química em Minas Gerais: O que se Mostra nos Componentes Curriculares de Licenciaturas em Química? *Química Nova na Escola*, 41(4), 399-413.
- Talanquer, V. (2017). Tres elementos fundamentales en la formación de docentes de ciencias. *Rev. Fac. Cienc. Tecnol.*, 41(1), 183-196. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142017000100183&lng=en&nrm=iso

Talanquer, V. (2020, junio 13). *Lecciones de pandemia: Aprendizajes, frustraciones e imperativos educativos* [Conferência]. Ciclo de Seminarios Internacionales “Enseñar ciencias experimentales en tiempos de pandemia: Nuevas realidades y mediaciones”, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Buenos Aires. <https://www.youtube.com/watch?v=EP-a7j6PdC4>



Vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones del CDC en Latinoamérica

- Gaps, Limitations, and Contributions of PCK Research in Latin America
- Lacunas, limitações e contribuições das pesquisas sobre CDC na América Latina

Diana Lineth Parga-Lozano* 
Jonatan López-Castillo** 

Forma de citar este artículo:

Parga-Lozano, D. L. y López-Castillo, J. C. (2025). Vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones del CDC en Latinoamérica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 183 - 204. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22720>

Resumen

Este artículo, derivado de una investigación documental en 2023, presenta un análisis sobre vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones de Latinoamérica sobre Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en un periodo de 10 años (2012-2022). Considerando que a partir de 1986 se buscó reconocer y representar una forma especializada y propia del conocimiento profesional docente, desde entonces, se han hecho aportes a esta línea. Pero, hay diversas formas de interpretación, que pueden generar inconsistencias y aplicaciones vagas del concepto en la literatura. Así, se hizo necesario sistematizar sobre qué y cómo se investiga en este contexto para destacar vacíos, limitaciones y aportes en el caso del CDC en química. Los resultados muestran investigaciones cualitativas con enfoque interpretativo de estudios de caso con análisis del contenido, usando los tradicionales Representaciones de Contenido o ReCo, los Repertorios de Experiencia Pedagógica Didáctica o PaPers, por su acrónimo en inglés; entrevistas, observaciones de clase, sobre todo de profesores en formación inicial, para caracterizar y comprender el CDC al enseñar conceptos clásicos de la química y apenas comienzan estudios sobre CDC y ambientalización, CDC y Cuestiones sociocientíficas o CSC; falta investigar más las hibridaciones de los componentes para comprender la complejidad de este conocimiento emergente y sobre un CDC enfocado en los problemas emergentes.

Palabras claves

conocimiento didáctico del contenido; formación de profesores; didáctica de las ciencias; profesores de química

* Doctora en Educación en Ciencias por la UNESP. Coordinadora DIE-UPN. Profesora, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. dparga@pedagogica.edu.co

** Magíster en Docencia de la Química por la UPN. Profesor, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. jlopezc@pedagogica.edu.co

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 05/02/2024
Fecha de aprobación: 03/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This article, based on a documentary research study conducted in 2023, presents an analysis of the gaps, limitations, and contributions of research from Latin America on Pedagogical Content Knowledge (PCK) over a ten-year period (2012–2022). Since 1986, efforts have been made to recognise and represent a specialised form of professional teaching knowledge. Although significant contributions have been made, diverse interpretations have led to inconsistencies and vague applications of the concept in the literature. Therefore, it became necessary to systematise what and how research is conducted in this context, in order to highlight the gaps, limitations, and contributions specifically in the field of chemistry education. The results show a predominance of qualitative research with an interpretative case study approach using content analysis. Common tools include traditional Content Representations (cores) and Pedagogical and Professional Experience Repertoires (PAP-ERS), as well as interviews and classroom observations, mainly involving pre-service teachers, to characterise and understand PCK in the teaching of classical chemistry concepts. Only recently have studies begun to explore the intersections between PCK and environmental education, and PCK and socio-scientific issues (SSI). There remains a need to further investigate the hybridisation of PCK components to better understand the complexity of this emerging knowledge, particularly in relation to current global challenges.

Keywords

pedagogical content knowledge; teacher education; science education; chemistry teachers

Resumo

Este artigo, derivado de uma pesquisa documental realizada em 2023, apresenta uma análise sobre os vazios, limitações e contribuições das pesquisas latino-americanas acerca do conhecimento didático do conteúdo (CDC) no período de dez anos (2012–2022). Desde 1986, buscou-se reconhecer e representar uma forma especializada e própria do conhecimento profissional docente. Apesar de avanços significativos, múltiplas interpretações têm gerado inconsistências e aplicações vagas do conceito na literatura. Assim, tornou-se necessário sistematizar o que e como se investiga nesse contexto para evidenciar os vazios, limitações e contribuições, com foco no caso do CDC em química. Os resultados revelam uma predominância de pesquisas qualitativas com abordagem interpretativa por meio de estudos de caso com análise de conteúdo. As ferramentas mais utilizadas incluem as Representações de Conteúdo (RECO), os Repertórios de Experiência Pedagógica Profissional (PAP-ERS), entrevistas e observações de aulas, principalmente com professores em formação inicial, para caracterizar e compreender o CDC no ensino de conceitos clássicos da química. Estudos sobre CDC e ambientalização, CDC e questões sociocientíficas (QSC) ainda estão em estágio inicial. Há uma necessidade urgente de investigar mais profundamente as hibridações entre os componentes do CDC, a fim de compreender melhor a complexidade desse conhecimento emergente, especialmente diante dos desafios contemporâneos.

Palavras-chave

conhecimento didático do conteúdo; formação de professores; didática das ciências; professores de química

Introducción

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) ha buscado reconocer y representar una forma especializada y propia del conocimiento profesional docente. Desde entonces, se han hecho aportes a esta línea y hoy se plantean como una forma especializada de conocimiento profesional crucial en la enseñanza. Sin embargo, las diversas formas de interpretación han hecho que estas sean problemáticas a medida que se evidencian inconsistencias y/o aplicaciones vagas del concepto en la literatura (Parga y Mora, 2021). Por esto, se hizo necesario sistematizar sobre qué y cómo se está investigando en Latinoamérica en los últimos 10 años (2012-2022) sobre el CDC. Considerando esta situación, se propuso una investigación que analizó el CDC en química, en la perspectiva de países latinoamericanos, analizando énfasis, conceptualizaciones y metodologías que predominan en las investigaciones del CDC en un período de 10 años. La codificación de tal investigación es DQU-613-23.¹

Así, el presente artículo presenta parte de los resultados obtenidos, para destacar el análisis de vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones sobre el CDC en Latinoamérica, en el periodo 2012-2022. Este balance es importante porque, en lo reportado en la literatura inglesa, por lo general, se desconoce lo producido en este contexto.

Como antecedentes de investigaciones similares, están Verdugo-Perona *et al.* (2017), quienes revisaron el estado de la cuestión del CDC desde un estudio descriptivo que dio a conocer qué es el CDC y qué se está investigando respecto a su definición, características e identificación en el profesorado de ciencias,

relación con el conocimiento de la materia y el aprendizaje, su uso en la formación y evaluación del profesorado y temas en los que se ha estudiado. Los autores concluyen que el CDC es fundamental para mejorar la calidad de la formación docente. Este analizó, en su mayoría, a autores no latinoamericanos, a excepción del libro de Garritz *et al.* de 2014.

Por otro lado, a partir de un perfil de producción mundial sobre CDC entre 1986-2013 realizado por Goes y Fernandez (2018), se destaca que se requieren más estudios descriptivos sobre el CDC en profesores con mayor experiencia en la educación en ciencias, pues predominan investigaciones sobre profesores en formación, y se considera que el CDC es un modelo para comprender el conocimiento profesional docente.

Parra (2019), a partir de su tesis, hizo un mapa del CDC de tres profesores, uno de ellos de química, al enseñar reacciones ácido base. Con su mapa, identifica relaciones de los componentes del CDC, siendo predominante la relación disciplinar. En la revisión de la literatura de esta tesis hay un balance de investigaciones del 2008-2017 sobre CDC, destacándose aspectos sobre su conceptualización, características del CDC y del profesorado; su relación con el aprendizaje de los estudiantes; el empleo en la formación docente; la relación de componentes del CDC con tópicos de ciencias en los que se ha investigado el CDC.

Parga (2019), al analizar el CDC del profesorado universitario que forma licenciados en química, analizó niveles de ambientalización del contenido e identificó que el CDC disciplinar puede pasar a ser ambientalizado, lo que aporta en evidenciar otras tendencias y relaciones de esta línea con perspectivas y demandas en la docencia y la investigación. Asimismo, Parga y Mora (2021), al analizar los fundamentos del CDC, evidenciaron que, al ir

¹ Este código es asignado por el Centro de Investigaciones de la UPN: CIUP, e indica un consecutivo que ellos asignan y el departamento del cual proviene (Departamento de Química).

progresando las investigaciones sobre este constructo, se aumenta la diversidad de interpretaciones que este puede tener e, incluso, sus inconsistencias, por lo que plantean la necesidad de hacer balances para ayudar en sus precisiones y perspectivas. En este sentido, Parga y Mora (2017) consideran que desde 2014 hay balances de la literatura mostrando la creciente investigación sobre el CDC en los que se destacan aportes latinoamericanos; así, asumen que “lo analizado, además de ser estudios descriptivos, en sus conclusiones no proporcionan resultados generalizables del CDC en química” (p. 97).

Siguiendo estas ideas, Hume, Cooper y Borowski (2019) consideraron como necesario tener un consenso en el campo sobre el significado y comprensión del CDC, aspecto que incluso Abell (2007) puso de presente para usarlo más explícitamente. Por su parte, más recientemente, Santibáñez *et al.* (2025) establecen que no hay estudios bibliométricos para conocer las tendencias y brechas en la docencia en general, por lo que analizaron 1942 artículos de Web of Science (WOS). Así, identificaron: el crecimiento exponencial entre 1998 y 2023 sobre CDC, la importancia de estos estudios para la formación docente, para la enseñanza contextualizada; las revistas, países y autores que más publican sobre CDC en WOS, en donde, en todo caso, no están las revistas latinoamericanas y otros de sus productos.

Estos antecedentes dejan ver que, si bien hay trabajos en Colombia y Latinoamérica sobre el CDC en química, y en el contexto mundial, al hacer balances y estados del arte, se recurre a la bibliografía publicada generalmente en inglés o en revistas indexadas de alto impacto, pero poco o nada se considera la producción latinoamericana que está aportando a la línea y que merece ser tomada en cuenta, por lo que en este sentido fue considerado importante desarrollar el presente trabajo; así, Parga (2023) muestra la suficiencia de documentos producidos para contrastarlos con los balances de las cumbres del CDC de 2012 y 2017.

Metodología

El paradigma abordado fue cualitativo (Ruíz, 2009; Guba y Lincoln, 2012) con enfoque interpretativo (Tojar - Hurtado, 2006) y estudio documental (Galeano, 2012). Se buscó comprender los énfasis dados en investigaciones sobre el CDC en la educación química en Latinoamérica entre 2012 y 2022 y determinar vacíos, limitaciones y logros implícitos o explícitos en el período, desde la curaduría documental. Así, fueron analizadas publicaciones disponibles: artículos, ponencias de memorias, tesis, libros y/o capítulos, frente al CDC en química. Los criterios de búsqueda se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de búsqueda

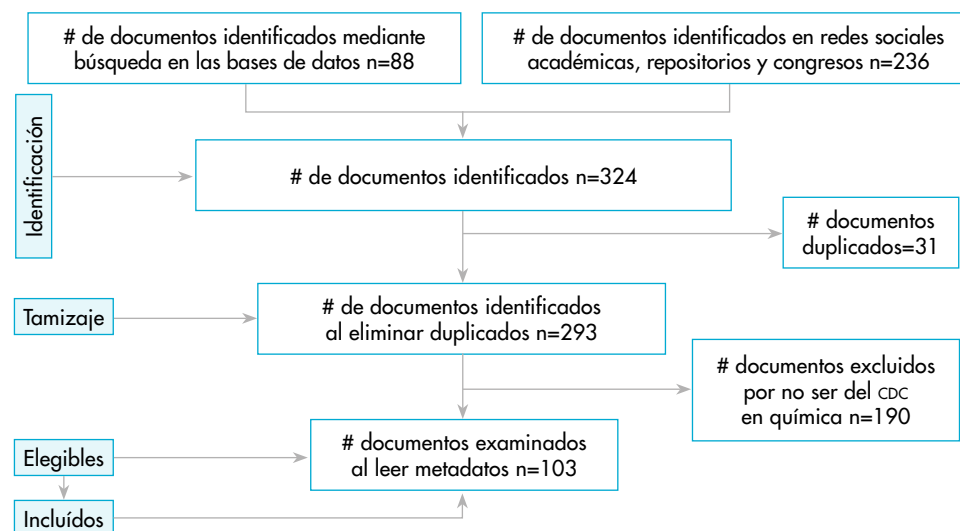
Ítem	Característica
1. Restricciones de la revisión	Tipo: estudios, trabajos, investigadores latinoamericanos
	Tesaurus o Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido, <i>pedagogical content knowledge</i>, conhecimento didático do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo, CDC, PCK, Todo lo anterior en la educación química, enseñanza de la química, educación en ciencias, enseñanza de las ciencias.
2. Contenidos de los trabajos	Período: 2012-2022.
	Fuentes: - Artículos de revista (búsqueda en Scopus, WoS, Ebsco, Sage, Science Direct, Dialnet, La Referencia, Redalyc, Scielo, Latindex); Redib. - Tesis doctorales (Teseo); Repositorios de universidades (tesis doctorales, disertaciones: maestría). - Libros (búsqueda manual - digitales). - Ponencias de actas o memorias (según la lista). - Redes sociales. ResearchGate, LinkedIn, Academic.
3. Análisis Identificados en los textos, se hace análisis de contenido atendiendo:	- Población: profesorado / estudiantado de ciencias y de química. - Niveles educativos: infantil, primaria, secundaria, superior.
	- Datos cuantitativos. Años de predominio en el período, autores, países que más o menos publican. - Tendencia (temporal en las publicaciones, ¿han aumentado los trabajos de investigación durante el 2012-2022). - Limitaciones, vacíos, recomendaciones. - Conceptualizaciones, componentes, modelos. - Tipos de publicación. - Palabras clave. - Metodología (tipo de diseño, instrumentos, paradigmas). - Metaanálisis. Síntesis de las conclusiones. - Conclusión: resumen del panorama investigativo en Latinoamérica.

Fuente: elaboración propia.

Los documentos encontrados fueron tamizados siguiendo el proceso de revisión sistemática PRISMA (Figura 1) de Moher (2009) y Page *et al.* (2021). Este proceso permitió, según los criterios de la Tabla 1, tener, para el análisis de la fase 1 103 documentos asociados al CDC en química que fueron sometidos al análisis del contenido. Para esto, fueron leídos de forma íntegra los documentos seleccionados, para identificar unidades de registro respecto a:

- Vacíos: Referidos a aspectos que el autor o autores indicaron de manera explícita, como aspectos que no han sido investigados frente al CDC.
- Limitaciones: Referidas a las expresiones que el autor o autores han registrado o abordado en torno al CDC.
- Logros: Aportes que se registraron, indicaron o concluyeron y que alimentan el marco y resultados frente al CDC.

Figura 1. Proceso de tamizaje del total de documentos encontrados



Fuente: elaboración propia.

El proceso de registro se llevó a cabo en un documento en Excel, en donde se extrajo la información (unidades de registros asociadas a unidades de contexto), se hizo la codificación abierta, luego la codificación axial para tener las categorías núcleo, de acuerdo con la subjetividad inductiva de los investigadores y significado de la información suministrada por el autor o autores a través de los documentos.

La Tabla 2 presenta los registros del proceso de codificación y la tipología de documentos revisados y cantidad de codificaciones derivada de la lectura. En total se registraron 1458 codificaciones.

Tabla 2. Reporte de codificaciones

Corte	Tipo de documento				
30/11/2023	Artículos	Ponencias	Tesis	Libros*	Total
Documentos totales	46	28	22	7	103
Número de revisiones	65	18	20	5	108
Código Vacíos	110	20	85	27	242
Código Limitaciones	268	43	234	74	619
Código Aportes	183	56	91	41	371

*Este incluye dos informes de investigación. Las tesis fueron 5 de doctorado y 17 de maestría.

Fuente: elaboración propia.

Con el conjunto de codificaciones se construyeron categorías y subcategorías emergentes y las descripciones de su significado, así como un diagrama Sankey

que resume y contiene los valores asociados a las unidades de registro por categoría. El conjunto de documentos analizados están en Parga Lozano y López Castillo (2025).

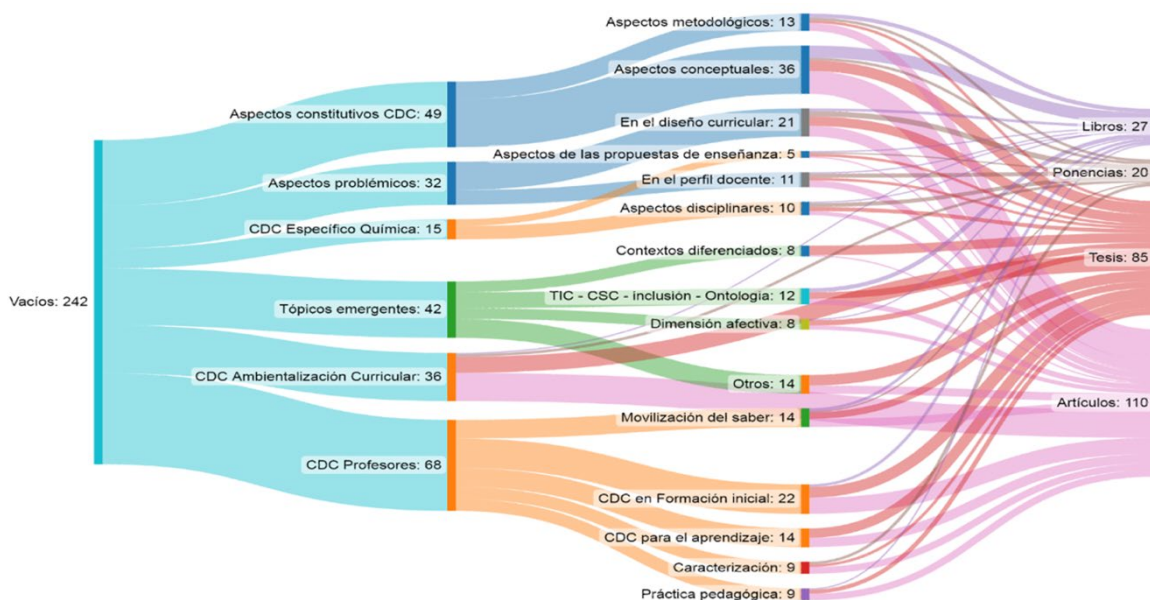
Discusión de resultados

En seguida se presentan los resultados en diagramas Sankey y la discusión de estos considerando los vacíos, limitaciones y aportes de las investigaciones sobre el CDC en Latinoamérica en 2012-2022. Al final, estos se comparan con lo realizado por Hume *et al.* (2019).

Vacíos evidenciados en las investigaciones del CDC

Respecto a los vacíos, se obtuvieron 242 códigos (Tabla 1) agrupados por el sentido dado por los autores en sus publicaciones; aspectos asumidos como falta de desarrollos sobre el CDC en la investigación. De estos, emergieron 6 categorías (categoría aspectos constitutivos, aspectos problemáticos, CDC específico, CDC Ambientalización curricular, tópicos emergentes y CDC profesores) y 15 subcategorías representadas en la Figura 2.

Figura 2. Sankey de categorías y subcategorías para “vacíos” en investigaciones del CDC



Fuente: elaboración propia a partir de Sankeymatic.

La categoría *aspectos constitutivos* refiere a tópicos en los que se debe ahondar frente al CDC; estos fueron de tipo *metodológico* y *conceptual*. A nivel *metodológico*, la literatura refiere dificultades que existen para documentar el conocimiento del profesorado y realizar su caracterización.

Dada la gran complejidad y amplitud de este saber desde el plano reflexivo y la

experiencia, como los aspectos propios de su construcción y evolución a partir de la práctica *in situ* del profesor y sus espacios de reflexión, aún existen pocos instrumentos para desarrollar los procesos de estudio. Por lo general, se emplean los repertorios de experiencia pedagógico didácticas (PaPeRs) y las representaciones de contenido (ReCo) para construir una mirada del CDC en profesores de química.

Esta situación visualiza la necesidad de desarrollar procesos de investigación que amplíen la diversidad metodológica en la caracterización del CDC en la práctica docente; ello implica construir instrumentos y mecanismos de acción para informar acciones en el aula, sus procesos y el abordaje del docente en servicio y su reflexión.

En lo *conceptual* hay diversidad de modelos e interpretaciones para comprender el CDC y la falta de consenso frente a su comprensión y caracterización desde cada componente propuesto, dado que, en la práctica investigativa, existen discrepancias conceptuales y metodológicas al abordar el CDC, y como marco conceptual, presenta polisemias de interpretación en los docentes.

En los trabajos de investigación que abordan el pensamiento del profesor desde el CDC como objeto de estudio, se desarrollan caracterizaciones de diferentes componentes, pero estos son abordados, por lo general, de manera aislada y no se ahondan descriptivamente las interacciones. Así que, no hay amplitud conceptual sobre los flujos de interacción entre los componentes del CDC que den cuenta de la toma de decisión y acción particular docente. En este sentido, son requeridos estudios que amplíen las interacciones entre los diferentes componentes, y que estos cuenten con datos estadísticos correlacionales pues en su mayoría son estudios cualitativos.

Esta unificación conceptual dista de ser un eje rector dada la diversidad de variables que integran el sistema del aula en términos del territorio, idiosincrasia, cultura y brechas específicas a nivel científico y tecnológico. Por ende, se requiere continuar indagando sobre posibles hibridaciones y/o complejizaciones para obtener mayor provecho del constructo teórico en las prácticas de enseñanza.

Otros vacíos se encuentran en la necesidad de ampliar el marco del CDC para comprender procesos de enseñanza y aprendizaje de manera conjunta en las ciencias experimentales, en realizar abordajes para la enseñanza de la química en contextos diferenciados al de educación básica y media, o de formación de profesores. Esto implica considerar otras intencionalidades ocupacionales, aplicadas, que incluyan la integración de visiones desde profesionales no licenciados, empresarios, graduados y estudiantes, atendiendo al modelo de consenso refinado. Asimismo, se plantea continuar la investigación del CDC respecto de las estructuras curriculares y mejora de la producción curricular docente.

La *categoría aspectos problemáticos*, enfocada con la enseñanza de la química, y que no han sido abordadas con precisión y detalle, son la baja articulación y/o alta desconexión de docentes frente a su conocimiento pedagógico-didáctico, saber disciplinar específico y el contexto práctico de enseñanza, pues estos se perciben como dicotómicos; también, en el bajo nivel de apropiación de la labor intelectual de la planificación y diseño curricular.

Estos elementos derivan en la construcción de propuestas con poco nivel de contextualización, desactualización y poca pertinencia en la enseñanza de la química en diferentes poblaciones, siendo científicas, mecanicistas y tecnocráticas,

poco integran metodologías variadas para la enseñanza, no abordan contenidos transdisciplinarios, ni manifiestan dificultades curriculares de los programas de formación docente, cursos de formación con el mismo grado de inconexión y desarticulación.

Estos aspectos categorizados como aspectos *problémicos* son retratados como elementos que requieren del abordaje desde el CDC para ampliar el marco de interpretación, regulación y producción para la mejora del proceso formativo.

En la categoría de *CDC específico*, se relacionan unidades de registro en la que los autores mencionan diferentes *tópicos* o *aspectos disciplinares* de la química no abordados desde la investigación o que requieren continuar profundizando. Entre estos están: establecer relaciones entre CDC y trabajos prácticos de laboratorio (TPL), nociones construidas sobre nomenclatura en química en la práctica pedagógica-didáctica, CDC y representaciones visuales de la química, diseño de propuestas para la enseñanza del enlace químico, química organometálica en profesores en formación. Sobre los TPL se relaciona análisis de tiempos de prácticas, procesos de reflexión docente desde y para los TPL y las relaciones particulares con el CDC.

Igualmente, se describen características de enseñanza que demandan articular los resultados de la investigación y sus constructos, en materializaciones funcionales que unifiquen criterios y logren desarrollos de materiales contextualizados, que integren niveles de progresión y sean pertinentes para la enseñanza en poblaciones diversas.

Los vacíos descritos permiten agrupar *tópicos emergentes* variados, que, según los autores, requieren abordajes precisos y necesarios para mejorar la enseñanza de la química. Así se enuncian:

- Incluir una dimensión afectiva como componente del CDC que valore actitudes hacia la química, lo emocional, afectividades y motivaciones en sus interacciones con la enseñanza, el componente procedimental y la tecnología.
- Relaciones entre CDC y CSC en el desarrollo del conocimiento profesional docente y la construcción de un marco fundante que describa más interacciones con otras comunidades de profesores en servicio.
- Las relaciones entre conocimiento didáctico del contenido tecnológico o TPACK (por su acrónimo en inglés) y CDC con las tecnologías de la información y comunicación o TIC.
- Relaciones entre el CDC y prácticas de enseñanza diferenciadas, ya sea en contextos de inclusión (ej. población sorda), contextos de enseñanza técnica, tecnológica e ingenieril, pues en estos se integran otros actores (profesionales no licenciados e intérpretes) donde media una construcción diferenciada a lo denominado como CDC.
- Ampliación y delimitación de componentes del CDC y su investigación en contextos de enseñanza.
- Abordaje de una dimensión ontológica en el conocimiento docente para la enseñanza de la química e inclusión del pensamiento lógico.
- Estudiar la evaluación del CDC y su valoración en docentes en servicio.
- Incidencia del pensamiento docente en acciones de política pública.
- Contextualización curricular y construcción de contenidos centrados en el estudiante.

En la categoría *CDC ambientalización curricular* se agruparon unidades de registro que describieron vacíos en las relaciones CDC Ambiental (CDC-A). Estas comprenden la emergencia de una dimensión ambiental que describe componentes del CDC del profesor al integrar principios de educación ambiental. Esto implica una organización disciplinar propia y diferente y una didáctica ambiental, lo que conlleva a profundizar sobre aspectos poco abordados:

- Caracterización, abordaje e inclusión de contenidos ambientales en los programas de formación en educación superior y formación de profesores de química.
- Desarrollo didáctico en tópicos ambientales como migración climática, relaciones entre sociedad-naturaleza, química verde, ambiental y sustentable, en procesos de formación de profesores de química.
- Diálogo entre comunidades académicas en educación en ciencias y educación ambiental.
- Caracterizaciones del pensamiento docente de química y educación ambiental frente al CDC y sustentabilidad ambiental.
- Políticas institucionales asociadas a ambientalización del contenido.
- Diseño, implementación y construcción de propuestas curriculares y materiales de enseñanza ambientalizados.
- Desarrollo de un constructo teórico sobre el CDC-A.

Finalmente, alrededor de 54 unidades de registro configuraron la categoría *CDC profesores* porque se encontraron aspectos sobre *relaciones del CDC con la formación inicial de profesores y práctica de profesores en servicio*. Si bien los autores mencionan bajo nivel de abordaje en investigación frente a *la movilidad del CDC* desde la formación inicial y durante el transcurso de la vida profesional, no se reconoce una ruta o estrategia para interpretar los modos sobre cómo el CDC progresa, evoluciona o se transforma; tampoco se cuenta con el diseño de un mecanismo para replicar o formar el CDC desde su “versión inicial” hacia la “versión experta”, si bien el CDC es un factor de identidad profesional, no hay una profunda comprensión de su progresión/transición. Continuar documentando el CDC de profesores expertos, favorecería la mejora en la interpretación, lo cual implica estudios comparados entre diferentes perfiles de experiencia profesional y estudios longitudinales.

La *formación frente al CDC* desde ciclos iniciales en profesores de química es un objeto de estudio poco explorado; falta definir desde qué modelos conceptuales se aborda el ejercicio, cómo generar acercamientos más precisos y pertinentes a las necesidades contextuales, cómo permitir procesos de autorreflexión sobre creencias y perspectivas de la profesión, cómo caracterizar maneras de pensar del estudiante que se forma para la docencia. Dentro de los hallazgos, hay reflexiones desde los ReCo para delimitar y favorecer la construcción del CDC y hacer más intencionada la reflexión.

En los procesos de *caracterización del CDC en docentes*, los autores mencionan la necesidad de ampliar estos estudios para otras áreas de experiencia en la educación superior, y aunque implica dificultades metodológicas, se enuncian vacíos sobre la caracterización de componentes del TPACK en profesores en formación inicial y servicio, o desde el modelo de consenso refinado. Igualmente, la caracterización de habilidades pedagógico-didácticas para ejercer la docencia y hacer explícitas las relaciones entre componentes del CDC y su materialización en acciones concretas para enseñar en diversas instituciones.

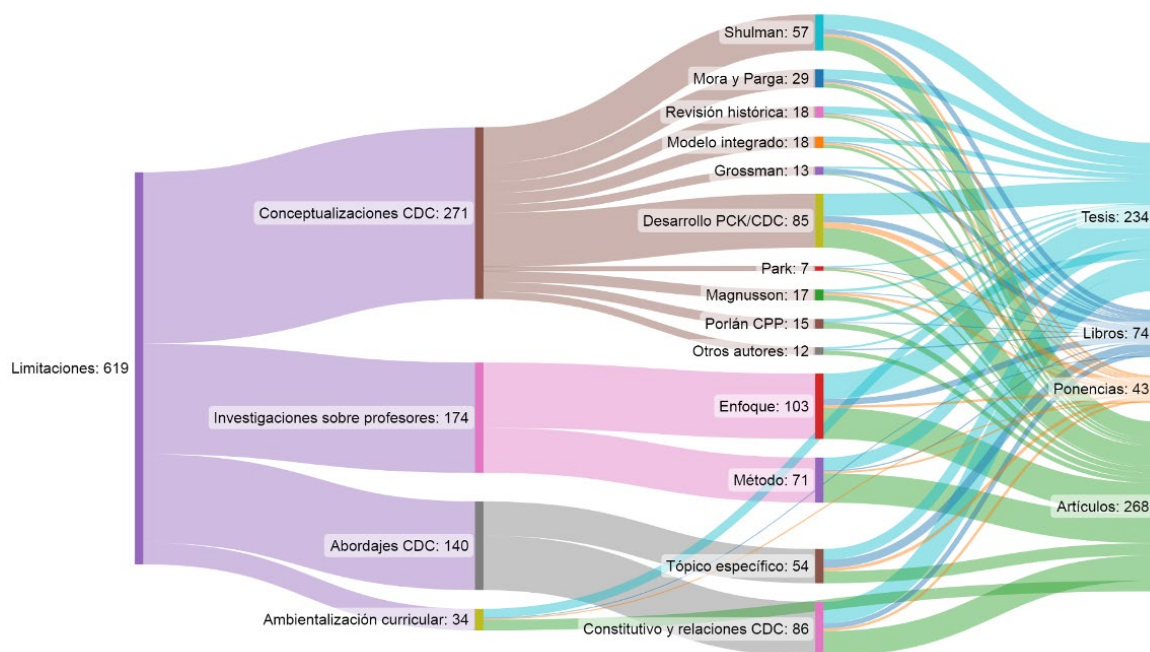
Problematizar la *práctica pedagógica didáctica* de profesores de química en formación inicial desde el CDC, constituye un vacío explí-

cito. Se indica que la documentación de esta práctica y su análisis desde el CDC podrían ser elementos para contextualizar las necesidades, vencer el espontaneísmo de profesores, movilizar el CDC, y buscar medios para conectar con más robustez la investigación con realidades y demandas actuales.

Limitaciones abordadas en investigaciones sobre el CDC

Se identificaron 619 códigos (Tabla 1) frente a las limitaciones de investigaciones sobre el CDC. Estas se agruparon desde las manifestaciones de los autores en los diversos documentos analizados. Así, se construyeron 4 categorías y 14 subcategorías representadas en la Figura 3.

Figura 3. Sankey de las categorías y subcategorías para las “limitaciones” en investigaciones sobre el CDC



Fuente: elaboración propia a partir de Sankeymatic.

La categoría *conceptualizaciones sobre CDC* indica la frecuencia con la que son mencionados diversos autores en los trabajos. En los documentos es usual realizar procesos de

conceptualización presentando a Lee Shulman como antecedente y la problematización sobre el conocimiento docente, seguido de autores como Park, Grossman, Magnuson, Porlán,

Mora y Parga. Con menor frecuencia aparecen autores como Talanquer, Mishra y Koehler, Garritz y Trinidad, Dewey, Gess y Lederman, Kirschner y Cols y un modelo alternativo derivado para química desde la didáctica de las matemáticas.

Para cada caso se realiza una presentación del modelo propuesto, la definición de sus componentes y subcomponentes, con explicaciones sobre el fundamento teórico asociado a la propuesta del autor y el aporte específico tomado del modelo. Cada propuesta evidencia pluralidad de componentes desde el CDC, con diferentes adaptaciones y ampliaciones a través de los años:

- Seis categorías desde el modelo de Park y Oliver.
- Siete categorías del modelo Shulman.
- En Colombia 4 componentes desde el conocimiento profesional del profesor (repertorios, teorías implícitas, etc.) y 4 componentes desde el CDC.
- En Brasil y Argentina, el modelo de Grossman donde el CDC emerge de la interacción del conocimiento pedagógico general, conocimiento del tema y conocimiento del contexto.
- TPACK y/o CDTC (conocimiento didáctico y tecnológico del contenido).
- En Brasil, 6 categorías desde el CTKS o Conhecimento Especializado de Professores de Química (Chemistry Teacher's Specialized Knowledge, un modelo diferente construido en Brasil para el TPACK.
- En México, CDC general, CDC de dominio específico y CDC de tópicos específicos.
- Modelo derivado desde la didáctica de las matemáticas ajustado a química (CTKS).

Se evidenciaron trabajos con desarrollos profundos y analíticos sobre las diferencias, y progresiones entre las propuestas reconocidas históricamente. Son pocos los trabajos que hacen este ejercicio, pero quienes lo manifiestan, hacen una discusión y perspectiva propia sobre los elementos de cada modelo. Asociado a esto, se observaron documentos con delimitación conceptual y un abordaje genérico sobre el CDC, un hincapié de sus diferentes denominaciones, representaciones gráficas de los modelos, categorizaciones (CDC hipotético – acción / personal – colectivo / personal – tácito), finalidades, instrumentos asociados, direccionalidad en las relaciones, escalamientos y valoraciones; estatus profesional del saber, diferenciales entre CDC según el territorio, nivel de experiencia, estudio de componente, funciones y visiones del CDC como sistema, saber y constructo didáctico.

Otros aspectos abordados fueron: desarticulación entre componentes del CDC, “deformaciones” o distribuciones simétricas/asimétricas en el CDC, estructura sintáctica y semántica del conocimiento del profesor; aportes, reflexiones y lecciones, aprendices frente al abordaje del CDC en Iberoamérica y otros países

distintos al latinoamericano y una búsqueda hacia la eficacia educativa considerando el CDC y el TPACK.

La *categoría investigaciones sobre profesores* compila códigos y unidades de registro cuyo significado refleja un *enfoque* y *método* particular en la caracterización del CDC docente. Frente al *enfoque*, el docente es un sujeto productor y constructor de conocimiento profesional diferenciado. Los documentos revisados reflejan amplitud de trabajos en los siguientes aspectos:

- Caracterización del pensamiento docente desde categorías del CDC para construir perfiles y análisis frente a su profesión y necesidades formativas, ya sean profesores en formación inicial o en servicio en cualquier nivel educativo. Para profesores en formación, se enuncia el CDC hipotético y en profesores en servicio, la identificación y desarrollo del CDC.
- Identificación de procesos metacognitivos y autorreflexión en el docente para mediar para la construcción del CDC, integrando cuestionamientos, retroalimentación sobre la práctica, niveles de progresión/transición para ver cambios, o integración de estrategias particulares.
- Relación entre caracterización del CDC con la práctica de aula y las posibilidades de aprendizaje.
- Necesidad de integrar la comprensión y formación en CDC desde niveles iniciales de formación del profesorado de química.
- Diseño de cursos de formación docente para analizar su CDC y su transformación.

- Explicitación de la diferencia en el abordaje del componente histórico y epistemológico de un concepto en química como aspecto del saber profesionalizante, y trabajos que abordan la epistemología del conocimiento docente.

Existen documentos enfocados en describir problemáticas particulares, sin que impliquen una ampliación o aporte al marco didáctico fundante del modelo, su desarrollo o la emergencia de nuevas categorías o marcos interpretativos. En general, se identificaron análisis de poca profundidad relacional entre los constructos teóricos y los componentes del CDC; hubo un alto nivel descriptivo frente a los factores ingobernables en las dinámicas del entorno escolar y se plantean que los desafíos están en continuar investigando y replicando en otros escenarios. Algunos trabajos de maestría y en su mayoría de doctorado generan cuestionamientos desde versiones de modelos en CDC y brindan una lectura amplia sobre las implicaciones de su caracterización en el profesor de química.

Otro de los enfoques identificados tuvo que ver con establecer diferenciales entre el CDC de un experto y novato, no solo en términos de las comprensiones adquiridas sino los factores que estimularon su desarrollo. El reconocimiento de estos niveles podría permitir construir rutas de formación para alcanzar niveles más profundos del CDC en la formación docente.

Respecto al *método*, gran parte de las codificaciones retratan el uso de PaPers y ReCo para las caracterizaciones del CDC. A partir de las preguntas de estos instrumentos se explicitan intenciones, creencias y pensamientos del profesor sobre la enseñanza y comprensibilidad de la disciplina y pueden ser adaptados según la cronogénesis del

conocimiento. Estos instrumentos son empleados como materiales didácticos en la formación de profesores en química para la migración de su CDC y visualización de su CDC hipotético.

Otras técnicas identificadas fueron entrevista, instrumentos tipo Likert y grupos focales que generan interacciones discursivas en comunidades docentes (con diferente experiencia, nivel de formación e intereses); los datos se analizaron desde análisis del contenido.

Para la *categoría abordaje del CDC*, se configuraron dos subcategorías. Una de estas evidencia diferentes desarrollos conceptuales frente a contenidos y/o tópicos específicos en química: combustión, enlace químico, compuestos orgánicos, química cuántica, cantidad de materia, mecanismos de reacción, configuración electrónica, propiedades químicas, agua, teoría estructural, mol, cantidad de sustancia, óxido reducción, estequiometría, nomenclatura química inorgánica y orgánica, carácter ácido-base, densidad, discontinuidad de la materia, estructura, compuestos aromáticos, equilibrio químico, reacción química, electroquímica, ley periódica y teoría cinético molecular.

En estos se caracterizó la enseñanza del contenido, las formas como son concebidos por el profesor o las maneras como se retrata una intención en los productos curriculares. Además, se plantearon apuestas como: construir matrices de progresión para valorar cambios del pensamiento, que funcionan como rúbricas y la definición de niveles de contextualización curricular del contenido a nivel cotidiano, disciplinar y metadisciplinar.

A partir de esta revisión, las conceptualizaciones desarrolladas para fundamentar procesos de investigación están en variados niveles. Se evidenciaron trabajos en los que el CDC se menciona como programa de investigación, línea de investigación, constructo teórico, marco interpretativo, conocimiento profesionalizante, modelo, y cuya inclusión en la investigación puede concebirse en tres vías: declarativo, articulador y propositivo, y los que guardan relación con el posicionamiento el autor frente al CDC desde la investigación, como línea de investigación o programa de investigación. Un detalle de estos niveles está en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles de abordaje del CDC en la investigación

Aspecto	Nivel de abordaje		
	Inicial (Declarativo)	Intermedio (Articulador)	Avanzado (Propositivo)
Conceptualización y desarrollo del modelo CDC	Enuncia uno o diferentes, autores y modelos CDC, frente al desarrollo de sus componentes. Conceptualizaciones del CDC para presentar información de las categorías y no tanto análisis reflexivos, críticos o propositivos y su adopción para la enseñanza de la química en Latinoamérica.	Estudios históricos, (estados del arte) con diferenciación y cuestionamientos sobre componentes del CDC a través del tiempo, implica un posicionamiento del autor sobre su integración en el desarrollo investigativo.	Desarrollo de propuestas frente a un nuevo constructo para el CDC, posicionamiento argumentado o crítico frente a los modelos.
Nivel de Integración del CDC	El CDC hace parte del proceso investigativo como categoría, pero su interés reside en otras relaciones o campos del saber. Los componentes del CDC se integran como criterio de análisis, pero sus descripciones reflejan problemas discutidos ampliamente en la investigación didáctica.	La investigación aborda elementos del CDC y su desarrollo, es decir, emplean categorías del CDC como fuente de análisis, de exploración, conclusión y ejes orientadores de la exploración y la descripción investigativa.	Se problematiza desde el CDC para ampliar su marco; como insumo para construir argumentos didácticos sobre dificultades de enseñanza de conceptos o estrategias de resolución a problemas escolares.
Ruta metodológica abordada	Caracterización de componentes mediante ReCo, PaPers del profesor y/o materiales curriculares.	Caracterización de relaciones entre componentes con metodologías abiertas y/o ampliación de dimensiones o categorías, evaluación pre-post frente a la movilidad del CDC.	Emergencia de constructos asociados con el modelo CDC y su diálogo con otros desarrollos en didáctica de las ciencias. Implica caracterización, desarrollo de propuestas y diálogo y argumentación profunda del CDC.
Discusión, impactos y avances investigativos	Se enuncian problemáticas a nivel general en los procesos de enseñanza y la impotencia frente a la ingobernabilidad de estos. Se indican ventajas y mejoras de enseñanza desde aspectos que integran el CDC, sin especificar acciones concretas. Las descripciones frente al CDC son discursos de posibilidad, enmarcados en lecturas de necesidades, de apuestas formativas, de desafíos a futuro, pero no son acciones concretas, claras o medibles para un resultado específico.	Se comprenden retos y desafíos investigativos y su relación con las maneras de cambiar la experiencia de aprendizaje en los estudiantes. Se desarrolla alguna propuesta curricular (secuencia de enseñanza, cursos de formación, materiales de enseñanza).	Hay aportes para el campo de conocimiento y/o la transformación de la experiencia investigativa y/o de aula al complejizar y/o desarrollar el modelo.

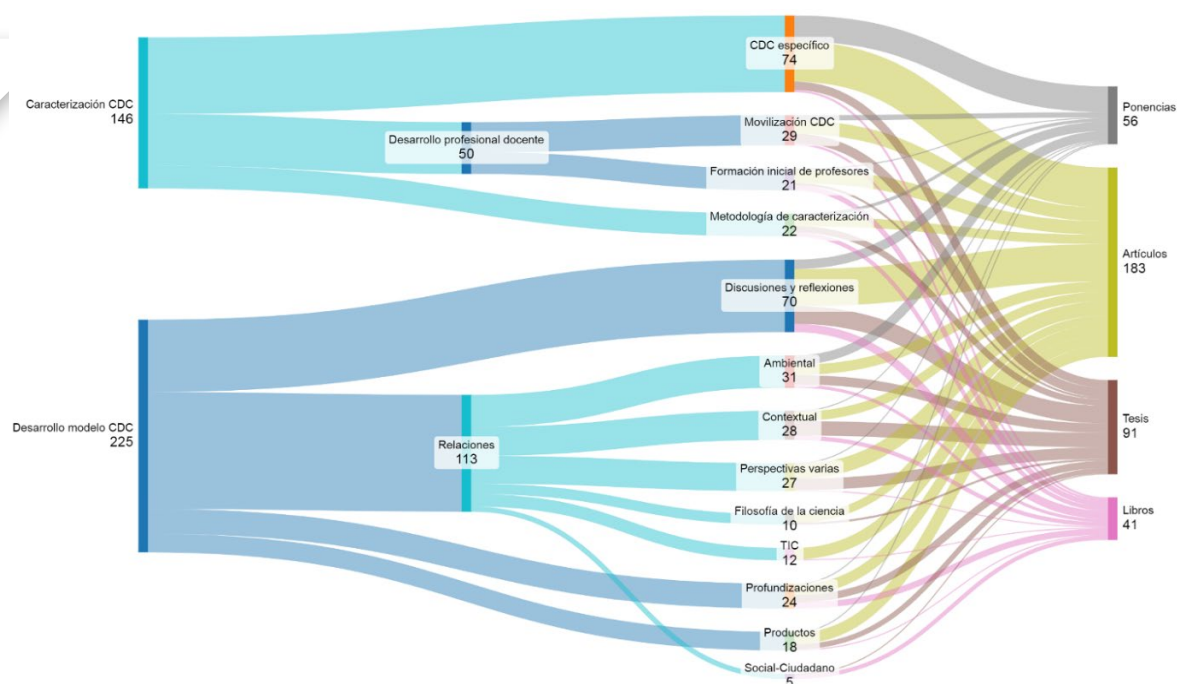
Fuente: elaboración propia.

Aportes y desarrollos en la investigación del CDC

Según la Tabla 1, hubo 371 unidades de registro de este componente agrupadas en dos categorías asociados con procesos

de caracterización del CDC y desarrollo o expansión del modelo CDC. Para cada caso se establecen subcategorías de nivel 1 y 2 considerando vínculos observables entre unidades de registro representadas en la Figura 4.

Figura 4. Sankey de categorías y subcategorías para “aportes” investigativos del CDC



Fuente: elaboración propia a partir de Sankeymatic.

En la categoría caracterización del CDC, los trabajos reflejan un esfuerzo narrativo para describir desde el análisis del contenido y la producción curricular de los profesores de química (formación inicial y en servicio) o profesionales no licenciados, cómo se integra, describe y comprende el CDC en sus diferentes componentes.

En su mayoría, los trabajos analizan componente por componente de manera aislada y luego se intenta una relación entre el componente y la actividad docente, o sus materiales de enseñanza y/o documentos institucionales, o libros de texto, o la información propia emitida por el docente y que es recogida en los instrumentos de investigación.

Se evidenció poco nivel de interacción entre componentes del CDC, especialmente en los artículos y ponencias; en trabajos de grado de nivel de doctorado y maestría se intenta dar una descripción más amplia y unificada de las relaciones entre componentes, y aunque no se prefijan estos vínculos, se hipotetizan articulaciones que derivan en prácticas docentes. Entre ellas se encuentran:

- La perspectiva epistemológica asumida (intencionada o no) por el docente incide en las estrategias de enseñanza para dinamizar procesos de aprendizaje y favorecer el desarrollo de una imagen de ciencia específica en los estudiantes.

- Se establecen relaciones mayoritarias entre conocimiento disciplinar, contextual y psicopedagógico para explicar y dar cuenta de concepciones alternativas en los estudiantes, dificultades de aprendizaje asociadas con temáticas, selección de metodologías según estilos de enseñanza, identificación de escenarios que favorezcan capacidades técnicas y habilidades cognitivas, construcción de representaciones mentales y variación de esquemas mentales.
- Se identifican perfiles docentes desde el nivel de conocimiento didáctico, y que, en ocasiones, se asocia con el tiempo de servicio. Se describen diferencias entre docentes con más años de servicio en relación con quienes se están formando e inician su práctica profesional, específicamente en los conocimientos psicopedagógico y contextual, por cuanto el experto cuenta con un repertorio de experiencia amplio para tomar decisiones fundamentadas y cuenta con un conocimiento amplio de las relaciones y factores que influyen en su enseñanza y sus incidencias en el aprendizaje. Igualmente se percibe un distanciamiento, sin importar los años de servicio, en torno al conocimiento histórico-epistemológico, pues no es de manejo intencional, o con amplio fundamento conceptual.

En estas caracterizaciones se emplea la narración para explicar el CDC de profesores, y en pocos casos se emplean representaciones visuales de las relaciones por cantidad de registros dados por el docente para modelizar las simetrías/asimetrías del CDC. Al interior de este se identificaron tres enfoques de abordaje: uno sobre *caracterización del CDC* de

tópicos específicos en el área de química (con los mismos ejes temáticos presentados en la sección de *limitaciones*), pero que difiere en las siguientes contribuciones:

- Describe las dificultades que pueden presentarse al enseñar determinado concepto en química y cómo esto se relaciona con el desarrollo inicial, intermedio o experto del CDC docente.
- Describe diferencias del abordaje de un concepto entre un profesor experto y uno novato, en la selección de metodologías, el diseño e implementación de actividades, selección de procesos evaluativos y/o construcción de los materiales de apoyo.
- Análisis del CDC para contenidos disciplinares no usuales en los programas de formación de educación básica y media, (ejemplo: migración climática, actividad enzimática, riesgo químico, química organometálica); o abordajes como la actividad experimental, pensamiento crítico o el desarrollo de habilidades investigativas.

Otra línea de aportes referida al CDC es en *el desarrollo profesional docente*, que identificó esfuerzos en los trabajos de investigación por generar *procesos de formación intencional* a partir de cursos, actividades y materiales, primero frente a la comprensión del modelo del CDC y sus referentes teóricos (*formación de profesores desde un enfoque transmisivo*), y segundo, en favorecer la *transición pedagógica-didáctica entre los conocimientos identificados en el profesor experto y los que presenta el profesor en formación inicial* (*formación de profesores desde un enfoque reflexivo y/o aprender diseñando para movilidad del CDC*). De manera que se intentan dar orientaciones para movilizar el CDC. Para esto se propone:

- Emplear el ReCo como material formativo.
- Integrar procesos autorreflexivos del quehacer docente desde las preguntas del ReCo, antes y después de realizar cualquier intervención, o al hacer la planificación.
- Enfatizar en criterios de toma de decisión del docente al integrar procesos de diseño y desarrollo curricular.
- Mejorar procesos de enseñanza frente a la amplitud metodológica simulada desde la experiencia del docente en formación.
- Construir colectivos docentes considerando la discusión intencionada desde y para el CDC, que aborden experiencias de enseñanza con profesores en servicio y profesores en formación inicial, con diferentes modelos y enfoques didácticos.

Así, la movilización y transiciones del CDC tendrían influencia en la cantidad de experiencias posibles en la formación, pero depurada y analizada de manera progresiva a la luz de los componentes del modelo.

Un tercer eje de aportes dentro de la categoría reside en la *diversificación de las metodologías de caracterización del CDC*, en las cuales se han realizado modificaciones, ampliaciones y adaptaciones a las preguntas del ReCo o su uso. Desde la reflexión se ha empleado el protocolo reformado de observación de la enseñanza, se han construido protocolos propios de observación con preguntas orientadoras pre y post a la implementación de una secuencia y/o actividad de enseñanza, rúbricas con hipótesis para identificar el nivel de CDC en profesores, o mapeos del CDC.

Otros aportes identificados están en la *categoría desarrollo o expansión del modelo CDC con los subniveles reflexiones y relaciones* que se describen frente al CDC en química, las cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Reflexiones y relaciones identificados en trabajos frente al CDC en química

Reflexiones en torno al CDC	Relaciones del CDC con otros marcos
• Discrepancias entre el CDC declarativo y práctico, que implican abordar criterios de coherencia y su operacionalización para su caracterización y movilización, de manera que se integren con el diseño. • Permite problematizar procesos de enseñanza, el pensamiento docente y ser un constructo para el estatus profesional. • Mecanismo práctico y de formación del profesorado desde todos los componentes del CDC y no solo del disciplinar específico. • Se requieren evaluar componentes del CDC que dependen, o no, de aspectos ligados a experiencia y formación docente. • CDC como campo disciplinar que contribuye a la didáctica de las ciencias experimentales. • Se requieren construir hipótesis de progresión para abordar contenidos en química que sean de fácil manejo en la enseñanza y aprendizaje. • El CDC como conocimiento clave en el diseño de materiales curriculares. • Las creencias docentes, su identidad profesional y las decisiones diarias toman un efecto en la configuración del CDC. • Reconocer (consciente) el CDC para favorecer una mejor toma de decisiones.	• Con los estilos de aprendizaje de los estudiantes y selección de rutas metodológicas. • Con tópicos específicos para población con capacidades diferenciadas. • Con el componente ambiental, social y ciudadano, desde la formación con CSC, justicia social y ciudadanía. • Con la ambientalización curricular hibridado con educación ambiental, química verde, didáctica ambiental, justicia ambiental, química sustentable. • Con lo contextual para la construcción de identidad docente y como elemento profesionalizante; con lo idiosincrático propio de las condiciones de aprendizaje y experiencias del territorio. • Con la gestión institucional y/o modelo de planeación educativa, y su vínculo con configuraciones educativas del país: CDC como orientador de política pública docente. • Con nuevas modalidades y avances en la formación desde lo inmersivo, tecnológico y experiencial. • Con prácticas que vinculan interés investigativo propio, el uso de recursos educativos abiertos, resolución de problemas, estrategias instruccionales, rendimiento escolar, deserción estudiantil.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a las *profundizaciones y productos* que se describen del CDC en química, el balance permite ver la necesidad de *profundizar* en: ampliación de factores que integran cada componente, específicamente los asociados con lo contextual y disciplinar que se enriquece hacia lo metadisciplinar; mapas del CDC que identifican aumento de predictividad del modelo a partir de las relaciones establecidas desde la práctica y experiencia profesional; emergencia de nuevos componentes asociados a la afectividad, la política y gestión educativa y el CDC diferenciado entre perfiles de profesores (hipotético para profesores en formación inicial; novato y experto), de acuerdo con el tipo de servicio —pueden ser profesores universitarios, profesionales no licenciados que enseñan, profesores de educación básica y media—. Por ende, se estudian mecanismos de construcción y configuración diferenciada para cada perfil.

Respecto a los *productos identificables del CDC* están: la construcción de categorías de análisis para evaluación del CDC en sus relaciones con lo ambiental, la inclusión y la tecnología, a partir de rúbricas y/o hipótesis de progresión; elaboración de tramas didácticas y tramas histórico-epistemológicas para el diseño y desarrollo curricular de contenidos específicos en química; construcción de hipótesis de progresión y criterios de análisis para las relaciones entre CDC y el desarrollo profesional docente; elaboración de cursos y actividades para la formación del CDC en profesores en formación inicial; modelos construidos por país con sus representaciones simbólicas y fundamentos para problematizar el conocimiento del profesor de química; y, revisiones históricas y monografías del desarrollo del constructo del CDC a nivel internacional e iberoamericano.

Conclusiones

Como aportes de las investigaciones latinoamericanas sobre el CDC están los datos empíricos en los que predominan investigaciones cualitativas con enfoque interpretativo de estudios de caso con análisis del contenido; como fuentes de dato están los ReCo, PaPers tramas de progresión/transición, grupos focales, entrevistas, observaciones de clase de profesores en formación inicial y de profesores en servicio para caracterizar y comprender el CDC al enseñar conceptos clásicos de la química y apenas emergen estudios sobre CDC ambientalizado, CDC y CSC o CDC y justicia socioambiental. Así, se empieza a proponer un CDC que supera el contenido disciplinar para ir hacia visiones interdisciplinarias de este, si bien Santibáñez *et al.* (2025) proponen un CDC hacia lo transversal; aquí, sugerimos ir hacia visiones curriculares emergentes como las emancipadoras y decoloniales en la que la cultura y el contexto, como diría Shulman (2015), son fundamentales.

Los hallazgos evidencian como *limitaciones* bajos niveles de exploración en investigación sobre repercusiones del CDC en el andamiaje y aprendizaje de los estudiantes, en la formación de profesores en servicio, en la construcción de materiales curriculares, en la integración de CSC, en la diversificación metodológica, en la manera de asumir la profesión docente como intelectual que produce un conocimiento propio: el CDC; así como, en la comprensión de las tensiones, dificultades y necesidades en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje.

Esto coincide con lo planteado por Hume *et al.* (2019) a nivel mundial, en el sentido en que el CDC es un marco teórico en las investigaciones para comprender el conocimiento específico del contenido en los profesores de ciencias en todos los niveles; la mayoría de los estudios utiliza muestras pequeñas igual que en Latinoamérica; siendo estudios descriptivos a pequeña escala para “capturar y retratar” la naturaleza y contenido del CDC, aspecto que como propone Parga (2019) debe llevarnos a pensar en transformar el concepto de contenido en sí mismo, pues este se asume desde los problemas actuales del mundo y un CDC en función de las capacidades y competencias demandados hoy.

Como *vacío* está la falta de estudios en las relaciones entre CDC y otras variables, es decir, falta investigar más las hibridaciones de los componentes para comprender la complejidad de este conocimiento emergente y faltan estudios longitudinales que analicen las transformaciones del CDC. Es necesario precisar en las investigaciones si se analizó el CDC promulgado, en qué fase de enseñanza se analizó y cómo se asumirá el modelo del consenso refinado.

Referencias

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). Routledge.
- Galeano, M. E. (2012). *Estrategias de investigación social cualitativa. El giro en la mirada*. La Carreta Editores.
- Garritz A., Lorenzo M. G. y Daza-Rosales, S. F. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken, Académica Española.
- Goes F. L. y Fernandez, C. (2018). Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo. *Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias*, 17(1), 94-118. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_1_5_ex1117.pdf
- Guba E.G. y Lincoln Y. S. (2012). Controversias paradigmáticas, contradicciones y confluencias emergentes. In N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Coords.), *Manual de investigación cualitativa* (pp. 38-77). Gedisa Editorial.
- Hume A., Cooper R. y Borowski, A. (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer.
- Moher, D. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151, 264-269. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I, Hoffmann, T., Mulrow, C.; ... (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*; 372, <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parga, D. L. (2019a). *Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"]. Repositório Institucional UNESP. <http://hdl.handle.net/11449/190931>
- Parga, D. L. (2023). CDC químico en Latinoamérica y su contraste con la producción mundial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 55, 910-913. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21020>
- Parga, D. L. y Mora, W. M. (2017). El CDC en química: una línea de investigación y de relaciones con la práctica docente. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, 97-101. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/95._el_cdc_en_quimica_una_linea_de_investigacion.pdf
- Parga, D. L. y Mora, W. M. (2021). Fundamentos del conocimiento didáctico del contenido. En D. L. Parga, L. G. Ariza y R. Rodríguez (Eds.), *Dimensiones del conocimiento didáctico del contenido: Análisis desde la enseñanza de la química* (pp. 35-64). Editora CRV.
- Parga Lozano, D. y López Castillo, J. (2025). Referencias del CDC analizados.pdf. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.28876739.v1>
- Parra W. J. (2019). Contribuciones del andamiaje a la conceptualización del PCK al estudiar la acción docente de cuatro profesores de ciencias de educación superior [Trabajo de grado], Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/12484>
- Ruiz, J. I. R. (2009). *Metodología de la investigación cualitativa*. Universidad de Deusto.

- Santibáñez, D., Vega, A., Cofré, H., Salas, N. y Adsuar, J. (2025). Bibliometric analysis of pedagogical content knowledge: Countries, authors, and fields of knowledge. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(2), em2583. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15953>
- Shulman, L. (2015). PCK: its genesis and exodus. In A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran. *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science* (pp. 3-12). Routledge.
- Tójar Hurtado, J. C. T. (2006). *Investigación cualitativa: comprender y actuar*. Editorial La Muralla.
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés J. J. y Sanjosé-López V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de pesquisa*. 47(164), 568-611. <https://doi.org/10.1590/198053143915>



Exploración del conocimiento pedagógico del contenido en un docente novel de física

- Exploring Pedagogical Content Knowledge in a Novice Physics Teacher
- Exploração do conhecimento pedagógico do conteúdo em um docente iniciante de física

Robinson Viafara- Ortiz*  
Amanda Cardona-Prato**  
Ashley Montaña-Duarte***  

Forma de citar este artículo:

Viafara-Ortiz, R., Cardona-Prato, A. y Montaña-Duarte, A. (2025). Exploración del conocimiento pedagógico del contenido en un docente novel de física. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 205 - 221. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22073>

Resumen

Este estudio indaga la manifestación del Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) en un docente novel de ciencias naturales. Bajo un enfoque cualitativo y un diseño de estudio de caso, se recolectaron datos mediante entrevistas semiestructuradas y observaciones de aula a un profesor de física en una institución educativa privada de la ciudad de Cali. Se emplearon herramientas metodológicas como el ReCo (representación del contenido) y los PaP-eRs (Repertorio de experiencias Pedagógicas y Profesionales) para caracterizar el conocimiento docente. El análisis de los datos se realizó con el software ATLAS.TI, aplicando la técnica de comparación constante propia de la teoría fundamentada. Los resultados evidencian una correspondencia entre el CPC expresado por el docente y sus prácticas de enseñanza, las cuales se encuentran fuertemente condicionadas por su formación inicial reciente y sus experiencias escolares previas. Se concluye que una orientación pedagógica de corte constructivista, junto con procesos sistemáticos de reflexión sobre la práctica, constituyen factores clave para el desarrollo del CPC y la mejora de la enseñanza de las ciencias naturales.

Palabras clave

conocimiento pedagógico del contenido; docente de secundaria; enseñanza de la física; desarrollo afectivo; estudio de caso

* Magíster en Educación. Profesor, Facultad de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle, Cali, Colombia. robinson.viafara@correounivalle.edu.co

** Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad del Valle, Cali, Colombia. cardona@correounivalle.edu.co

*** Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad del Valle, Cali, Colombia. montano@correounivalle.edu.co

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 25/08/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This study investigates the manifestation of Pedagogical Content Knowledge (PCK) in a novice science teacher. Using a qualitative approach and a case study design, data were collected through semi-structured interviews and classroom observations with a physics teacher at a private educational institution in the city of Cali. Methodological tools such as CORES (Content Representations) and PAP-ERS (Pedagogical and Professional Experience Repertoires) were employed to characterise the teacher's knowledge. Data analysis was conducted using ATLAS.ti software, applying the constant comparative method based on grounded theory. The results reveal a strong alignment between the teacher's expressed PCK and their teaching practices, which are heavily influenced by their recent initial training and prior school experiences. The study concludes that a constructivist pedagogical orientation, combined with systematic reflection on teaching practice, are key factors in the development of PCK and in enhancing the teaching of natural sciences.

Keywords

pedagogical content knowledge; secondary school teacher; physics teaching; affective development; case study

Resumo

Este estudo investiga a manifestação do conhecimento didático do conteúdo (CDC) em um professor iniciante de ciências naturais. Com base em uma abordagem qualitativa e em um desenho de estudo de caso, os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas e observações de aula com um professor de física de uma instituição educacional privada da cidade de Cali. Utilizaram-se ferramentas metodológicas como o RECO (representação do conteúdo) e os PAP-ERS (repertório de experiências pedagógicas e profissionais) para caracterizar o conhecimento docente. A análise dos dados foi realizada com o software ATLAS.ti, utilizando a técnica de comparação constante da teoria fundamentada. Os resultados evidenciam uma correspondência entre o CDC expressado pelo professor e suas práticas de ensino, fortemente condicionadas por sua formação inicial recente e por suas experiências escolares anteriores. Conclui-se que uma orientação pedagógica de base construtivista, aliada a processos sistemáticos de reflexão sobre a prática, constitui um fator-chave para o desenvolvimento do CDC e para a melhoria do ensino de ciências naturais.

Palavras-chave

conhecimento pedagógico do conteúdo; professor do ensino médio; ensino de física; desenvolvimento afetivo; estudo de caso

Introducción

Diversos estudios destacan la relevancia del pensamiento y las acciones docentes como factores clave en el proceso educativo. No obstante, se han identificado discrepancias entre lo que los docentes declaran pensar y lo que realmente hacen en el aula (Martínez-Maldonado *et al.*, 2019). Estas divergencias entre el saber teórico y el saber práctico han sido objeto de estudio en la investigación educativa, lo que ha dado lugar a trabajos que buscan identificar y documentar el conocimiento y las acciones docentes.

Es importante destacar que estas discrepancias suelen presentarse porque un saber predomina sobre el otro. Esto ocurre tanto en profesores expertos como en noveles, aunque de forma distinta. En el caso de los primeros, sus prácticas educativas están determinadas en mayor medida por la experiencia acumulada que por procesos fundamentados o reflexivos, ya que, a lo largo de su trayectoria profesional, han consolidado rutinas basadas en el conocimiento fruto de la experiencia (Tresserras y Palou, 2023).

En contraste, los docentes noveles suelen basar sus prácticas en su formación académica reciente y en la reflexión, más que en su limitada experiencia. En consecuencia, abordan de manera creativa los desafíos escolares, proponiendo innovaciones pedagógicas fundamentadas en la formación, los procesos de autoconfrontación y la capacidad de reflexión constante (Schön, 1987).

En este contexto problemático, surgen investigaciones interesadas en identificar y documentar el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) de docentes (Shulman, 1987; Sen *et al.*, 2022). Generalmente, estos estudios se enfocan en el pensamiento y las acciones de profesores expertos, mientras que

las investigaciones sobre docentes noveles en proceso de adaptación al ejercicio profesional son más escasas.

Dado este vacío en la literatura, resulta fundamental explorar cómo se manifiestan los distintos componentes del CPC en el ejercicio profesional de un profesor novel, así como identificar las tensiones que emergen entre sus creencias y sus acciones pedagógicas. Por ello, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se manifiestan los distintos Componentes del Conocimiento Pedagógico del contenido (CPC) en la práctica docente de un profesor novel de Física, y qué tensiones emergen entre sus creencias y sus acciones pedagógicas?

Teniendo en cuenta esta brecha investigativa, este estudio analiza el CPC de un docente novel en la enseñanza de la Física, con el objetivo de evidenciar la coherencia entre su pensamiento y su práctica. Esta investigación resulta relevante para la comunidad académica, ya que ofrece la oportunidad de identificar áreas de mejora en la formación de docentes recién graduados, contribuyendo así a la optimización de los procesos educativos. Además, aporta a los docentes investigadores y formadores de docentes herramientas para explorar las fortalezas y los desafíos del profesor novel en su proceso de integración al ámbito laboral.

Antecedentes

La investigación sobre el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) se considera fundamental para comprender los razonamientos y las acciones docentes (Abell, 2007). En el contexto latinoamericano, estos estudios han evidenciado sus aportes al desarrollo del CPC hipotético de los futuros docentes y su papel en la formación de la capacidad de reflexionar críticamente sobre la práctica pedagógica (Velasco y Gandolfo, 2022). Por otro lado, las

investigaciones sobre docentes en ejercicio ofrecen una perspectiva adicional al comparar el CPC hipotético con el CPC práctico. Estudios como los de Park y Oliver (2008) analizan cómo las concepciones teóricas del CPC se traducen en prácticas efectivas en el aula y cómo los docentes ajustan sus estrategias pedagógicas en función de la dinámica real de la enseñanza.

Desde un enfoque metodológico, Candela y Viafara (2014) destacan la utilidad de técnicas como entrevistas, observación y estímulo del recuerdo, así como de instrumentos como los PaP-eRs y la ReCo, para documentar y analizar cómo los docentes construyen, desarrollan y reflexionan sobre su CPC.

Finalmente, en el contexto latinoamericano, investigaciones como las de Parga y Mora (2008) plantean el constructo teórico del conocimiento didáctico del contenido (CDC) desde un enfoque de integración didáctica compleja, y lo diferencian así de la perspectiva anglosajona del CPC. Además, Duarte y Valbuena (2024) identifican nuevos componentes del CDC en los profesores y advierten sobre las interacciones presentes que dificultan su restricción a categorías específicas. También existen estudios sobre el análisis del CDC en profesores de Física en formación inicial (Reyes y Martínez, 2013) y en ejercicio (Melo-Niño *et al.*, 2016).

Marco teórico

El conocimiento pedagógico del contenido (CPC)

El CPC fue planteado por Shulman (1987) como un concepto clave en la teoría educativa. A través de él se describe cómo los docentes integran el conocimiento disciplinar con el pedagógico, dando origen a un nuevo saber que los faculta para planificar y desarrollar procesos educativos más eficientes y significativos para los estudiantes. Este concepto enfatiza la necesidad de transformar el conocimiento disciplinar en experiencias de aprendizaje adaptadas a las necesidades y contextos específicos del alumnado, integrando de manera efectiva saberes pedagógicos y disciplinares.

En Iberoamérica, este constructo se ha denominado Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), como una adaptación del CPC resultado del surgimiento de las didácticas específicas, y en la cual se reconoce la enseñanza como un proceso complejo y problemático. El CDC se concibe como un conocimiento que integra diferentes dominios del saber docente, que se nutre de la práctica educativa, es especializado y está situado en relación con los contenidos disciplinares (Parga y Mora, 2008; Garritz *et al.*, 2014).

El CPC de maestros de ciencias

En el campo de la educación en ciencias, se han tenido en cuenta los aportes de Shulman (1987), Tamir (1988) y Grossman (1990), a partir de los cuales Magnusson *et al.* (1999) proponen un modelo específico del CPC basado en

cinco componentes: a) orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias; b) conocimientos y creencias sobre el currículo de ciencias; c) conocimientos y creencias sobre la comprensión de los estudiantes en temas científicos específicos; d) conocimientos y creencias sobre la evaluación en ciencias, y e) conocimientos y creencias sobre estrategias para la enseñanza de las ciencias. Este modelo proporciona un marco detallado para indagar y documentar cómo los docentes integran de manera adaptativa estos elementos en su práctica diaria. Además, se trata de un componente determinante de la orientación hacia la enseñanza de las ciencias del docente.

En el contexto latinoamericano, Garritz (2010), retomando a Park y Oliver (2008), plantea la necesidad de expandir la conceptualización del CPC, al reconocer y hacer explícito el dominio afectivo como un sexto componente: los conocimientos y creencias sobre el dominio afectivo de las ciencias. Este se fundamenta en su papel e influencia para crear entornos de aprendizaje positivos y estimulantes. El dominio afectivo se refiere a la capacidad para gestionar y promover actitudes, emociones y motivaciones, tanto propias como de los estudiantes, en relación con las formas utilizadas en la enseñanza, así como con los contenidos y metas de aprendizaje de las ciencias.

El CPC de docentes noveles

En los primeros años de la carrera profesional, el docente novel afronta el reto de adaptarse a un entorno profesional exigente. Esta transición entre la formación inicial y las primeras experiencias como docente en ejercicio pone a prueba su capacidad para integrarse a la profesión, debido tanto a factores laborales como a su limitada experiencia en la articulación de conocimientos disciplinares y pedagógicos en propuestas de enseñanza (Driel y Berry, 2012).

Sin embargo, Kind (2009) plantea que estas dificultades pueden superarse con el apoyo de una formación reciente y una inclinación hacia la reflexión crítica, lo cual les permite adoptar prácticas pedagógicas innovadoras e, incluso, actuar como catalizadores de la renovación institucional.

Metodología

En este estudio se empleó un enfoque cualitativo y el método de estudio de casos. El enfoque cualitativo es idóneo para explorar cómo el docente interpreta y aplica su conocimiento en contextos reales de enseñanza (Creswell, 2007). El método de estudio de caso permite un análisis profundo y contextualizado del CPC, pues considera la complejidad del entorno educativo, la cultura escolar y las interacciones con los estudiantes, sin pretender la generalización de los resultados (Stake, 2013). El caso estudiado era de tipo intrínseco y consistía en un docente de Física de un colegio privado en Santiago de Cali, licenciado en Matemáticas y Física, con estudios de maestría, dos años de experiencia profesional y un interés notable en la experimentación.

Para la recolección de datos sobre el CPC del docente novel se utilizaron tres técnicas: entrevistas semiestructuradas, observación no participante y la técnica del estímulo del recuerdo. Cada una permitió acceder a diferentes dimensiones del CPC. La entrevista documentó el conocimiento declarado; la observación no participante permitió identificar las acciones pedagógicas en el aula, y el estímulo del recuerdo facilitó la explicitación de razonamientos pedagógicos mediante la reflexión sobre eventos críticos documentados en videos y audios (Lyle, 2013).

Los instrumentos usados para la recolección de información fueron: un cuestionario semiestructurado basado en las preguntas de

la ReCo (Representación del Contenido), las grabaciones de audio y los diarios de campo derivados de las observaciones. Para organizar y analizar los datos se elaboraron la versión diligenciada de la ReCo y los PaP-eRs (Repertorios de experiencias Pedagógicas y Profesionales) (Loughran *et al.*, 2004).

La entrevista se realizó de manera presencial en dos sesiones. Posteriormente, se llevaron a cabo tres encuentros en los que, mediante la técnica del estímulo del recuerdo, el docente validó o ajustó las interpretaciones realizadas por los investigadores. Este proceso permitió la construcción de la ReCo del docente novel. Por su parte, la observación no participante se llevó a cabo durante varias jornadas de clase, con una duración total de aproximadamente cuatro horas distribuidas en diferentes sesiones. Estas sesiones permitieron identificar patrones de interacción, uso de recursos, estrategias instruccionales y aspectos afectivos en la relación del docente con sus estudiantes. A partir de estos datos, se elaboraron los PaP-eRs, que documentan las acciones pedagógicas del docente novel.

El análisis de los datos se realizó mediante el método de comparación constante (Glaser y Strauss, 1999), lo que permitió identificar patrones y temas emergentes, así como desarrollar categorías teóricas mediante la comparación continua de datos para una comprensión detallada del CPC. El proceso incluyó dos ciclos de codificación con el *software* ATLAS.TI. En primer lugar, se llevó a cabo una codificación abierta para identificar códigos iniciales y agruparlos en subcategorías. Posteriormente, mediante una codificación cerrada, se agruparon aquellas subcategorías con mayor similitud dentro de cada una de las categorías de análisis del CPC propuestas para este estudio, es decir, los cinco componentes del modelo de Magnusson *et al.* (1999) y una categoría adicional correspondiente al dominio afectivo planteada por Garritz (2010).

Este procedimiento permitió refinar y profundizar en la comprensión del CPC del docente novel. Las categorías y subcategorías de análisis pueden consultarse en la Tabla 1, y su explicación se encuentra en el [Anexo 1](#).

Resultados y análisis

En este apartado se presentan los principales resultados obtenidos al identificar y documentar el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) del docente investigado al abordar la enseñanza del contenido *colisiones elásticas e inelásticas* en el grado décimo, en la asignatura de Física. Estos se organizaron siguiendo las categorías propuestas por Magnusson *et al.* (1999) y una categoría adicional planteada por Garritz (2010). Para sustentar las categorías identificadas, se crearon subcategorías preestablecidas con base en el marco teórico y apoyadas en los datos obtenidos, con el objetivo de analizar con mayor detalle y profundidad los pensamientos y acciones de los docentes ([Anexo 2](#)).

En el proceso de organización de los datos obtenidos, se estableció un sistema de codificación utilizando el programa ATLAS.TI, en su novena versión. Para ello, se

seleccionaron unidades de análisis específicas (citas) a partir de los datos incorporados en el programa. Las citas fueron etiquetadas y luego agrupadas en subcategorías, de acuerdo con la similitud entre sus características y aspectos relevantes de cada categoría.

El sistema de codificación de las citas que sustentan las categorías se realizó en función de los símbolos asignados a las categorías y subcategorías, el número del documento de origen —ReCo (1) o PaP-eRs (2)— y la numeración dada a las citas por el *software* ATLAS.TI. Por ejemplo, la codificación [ORpo(1-42)] representa la información perteneciente a la categoría (OR), subcategoría (po), fuente ReCo (1) y número de cita (42).

Para el análisis, se exploraron relaciones y tendencias en las citas que respaldaban la postura del docente en relación con las categorías analizadas, lo cual permitió una comprensión más profunda de los datos cualitativos y facilitó su interpretación en el contexto del estudio. El análisis de los resultados se presenta a continuación, organizado en las categorías que se mencionaron.

Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias

En relación con esta categoría, se identificó que el docente posee una orientación pedagógica constructivista basada en el enfoque de indagación guiada (Magnusson *et al.*, 1999). Esta orientación se manifiesta tanto en su discurso como en sus prácticas de aula. Por ejemplo, muestra un interés evidente por promover la construcción de escenarios de aprendizaje en los que los estudiantes se aproximen a los fenómenos mediante la exploración de variables y el establecimiento de acuerdos en torno a su conceptualización. Esto se evidencia en la siguiente cita:

Los fenómenos físicos que yo escojo son porque a mí me parecen interesantes de ver; es porque se pueden ver fenomenológicamente a otros que no. Me parece que los abstractos son para estudiantes universitarios y no quiero decir que ellos no puedan, sino que siento que eso es muy abstracto. [ORpo(1-42)]

En ese sentido, este enfoque incluye aspectos relevantes como el uso de la experimentación en sus prácticas de aula. El docente manifiesta la importancia de realizar actividades experimentales mediante simuladores, laboratorios virtuales y recursos de fácil acceso, con el fin de favorecer el desarrollo de competencias relacionadas con la indagación y la explicación de fenómenos. Esta visión de la experimentación representa un avance respecto de enfoques anteriores en la formación de docentes de Física, en los cuales esta se concebía principalmente como un mecanismo para comprobar teorías (Melo-Niño *et al.*, 2016).

Al respecto, el docente considera que estas estrategias permiten identificar, manipular y analizar variables a partir del reconocimiento fenomenológico de una situación particular. Esto se refleja en la siguiente cita: “Yo trato siempre de llevar la experimentación al aula... Entonces, por lo menos para explicar un tema en específico, utilicé el laboratorio virtual” [ORdp(1-22)].

La experimentación se lleva a cabo mediante prácticas que promueven la exploración de fenómenos físicos con simuladores. En estas, el docente evita sesgar la observación mediante instrucciones previas, permitiendo que los estudiantes expresen sus concepciones sobre el fenómeno. Además, procura que la caracterización sea de corte cualitativo y prioriza las consideraciones fenomenológicas sobre la formalización matemática. Así se evidencia en esta cita:

Los estudiantes mostraron dificultad para comprender las funciones del simulador y lo hicieron explícito de forma verbal llamando al docente para preguntarle acerca de las variables que se muestran y el comportamiento de las esferas; debido a eso, el profesor se desplazó a cada grupo y de forma personalizada respondió sus inquietudes. [ORdp(2-2)]

Por otro lado, el docente prioriza la observación macroscópica frente al estudio de fenómenos abstractos, que considera más apropiados para niveles educativos superiores. Este enfoque beneficia a sus estudiantes al promover competencias de indagación, explicación de fenómenos y habilidades de trabajo cooperativo (Hmelo-Silver *et al.*, 2007). El docente valora las actividades grupales por su capacidad para desarrollar competencias como la comunicación asertiva y el liderazgo. A través de la indagación guiada, estructura el trabajo en grupo para facilitar el intercambio y la construcción colaborativa de conocimiento, lo cual enriquece el aprendizaje y mantiene el foco en objetivos comunes (Johnson y Johnson, 1991). Esto se refleja en la siguiente cita: “A mí me parece que hablar con otra persona, discutir con otra persona son procesos de formación también. Creo que ahí también se aprende” [ORdp(1-35)].

Lo anterior se corroboró en las clases observadas. Se constató que el docente desarrolla actividades grupales en las que los estudiantes confrontan sus ideas para construir conocimiento colaborativamente. Asimismo, se evidenció que, durante estos momentos, el docente interviene para mediar en los malentendidos conceptuales, fomentar el respeto entre pares y asegurar que cada estudiante tenga la oportunidad de expresar su punto de vista. Esto se ilustra en la siguiente cita: “Los grupos presentaron diversas dificultades con el concepto de *momento*, por lo cual fue necesario que el profesor se acercará con mayor frecuencia a los estudiantes” [ORdp(2-10)].

La implementación de estrategias de aprendizaje cooperativo favorece un ambiente creativo e interactivo que motiva y compromete a los estudiantes en su proceso formativo (Slavin, 2011). Esta elección metodológica dinamiza el aula, rompe con esquemas tradicionales y desmitifica la ciencia como un proceso individual (Martín, 2020). En síntesis, el docente investigado muestra una alta coherencia entre su pensamiento y sus acciones pedagógicas, y exhibe una orientación constructivista basada en la indagación en sus clases (Magnusson *et al.*, 1999).

Conocimiento y creencias del currículo de ciencias

En esta categoría se identificó que el docente reconoce las distintas orientaciones curriculares propuestas por las agencias gubernamentales de educación y las adapta según su criterio y las necesidades específicas de su contexto. Asimismo, reflexiona sobre dichas orientaciones al momento de plantear las metas del proceso de enseñanza. Esto se refleja en la siguiente cita: “Los objetivos prácticamente yo los saco de los lineamientos curriculares; de los estándares. Entonces,

yo veo un estándar y lo reacomodo, o sea, lo modificó para que esté de acuerdo con mis intereses” [CUom(1-37)].

Se observó que el docente prioriza sus intereses personales sobre los lineamientos curriculares, no por egoísmo, sino por la importancia que otorga a la contextualización de los contenidos según las necesidades de los estudiantes y las condiciones del entorno institucional. Esta adecuación busca asegurar la coherencia curricular y el logro de las competencias esperadas (Sacristán, 1991). Además, en coherencia con sus orientaciones pedagógicas, el docente evita el uso excesivo de la formalización matemática y opta por un enfoque fenomenológico en sus clases, como se aprecia en la siguiente cita:

Yo creo que hay temas físicos que son puramente matemática, entonces por ejemplo electricidad; si uno va a trabajar electricidad y no tiene implementos para hacer un laboratorio, por ejemplo, ley de Ohm y esas cosas, pues, para qué enseñó eso, si eso es muy abstracto. [Cene (1-40)]

En esta categoría se evidencia que el docente da mayor peso a sus creencias y conocimientos sobre el currículo que a los lineamientos oficiales. Para ello, omite o reorganiza contenidos con el fin de alinearlos con las características de los estudiantes y con el contexto en el que enseña. Esta postura también se evidencia en su decisión de excluir ciertos fenómenos físicos, con el objetivo de promover una comprensión más precisa de la naturaleza fenomenológica de la Física (Chade, 2014).

Conocimiento y creencias sobre la comprensión de los estudiantes

En esta categoría se identificó que el docente selecciona los fenómenos y los recursos a utilizar en sus clases con base en el recono-

cimiento de las características cognitivas de sus estudiantes. Esto con el fin de facilitar la comprensión de los contenidos del currículo de Física y potenciar el desarrollo de competencias científicas, tales como la indagación y el uso del conocimiento científico. En ese sentido, reconoce el potencial de los recursos digitales para representar situaciones fenomenológicas con un alto nivel de abstracción, además de aprovechar el interés que estos despiertan en los estudiantes por su formato dinámico y atractivo (Jong *et al.*, 2014). Lo anterior se refleja en la siguiente cita: “Pensé en este simulador porque me permite diversas funciones y del grupo en general, en este caso 10-1, hay estudiantes muy curiosos, entonces sabía que esta actividad iba a potenciar las actividades que tenía para después” [CEcd-ne(1-21)].

El docente considera que el uso de simuladores facilita el desarrollo de habilidades como la problematización, el diseño de estrategias de investigación, el registro y análisis de información, y la comunicación de resultados (Maraza *et al.*, 2023). Para él, esta práctica resulta fundamental para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos físicos y fortalecer su capacidad para resolver problemas en contexto.

Por otro lado, se observó que, al desarrollar actividades experimentales reales, el docente se enfoca en representar fenómenos macroscópicos que faciliten la conexión con el entorno de los estudiantes. Este enfoque permite revalorizar la actividad experimental como medio para la comprensión de los fenómenos, y beneficia los procesos de aprendizaje al establecer formas de discusión sobre el fenómeno y concretar supuestos conceptuales.

Sin embargo, se evidenció que el docente no implementa estrategias específicas para apoyar a estudiantes con necesidades educativas especiales. Esta carencia se atribuye

a una formación insuficiente sobre la atención a la diversidad funcional. En su esfuerzo por fomentar la inclusión, puede generar diferenciaciones que afectan negativamente la convivencia en el aula. Un ejemplo de ello es cuando uniforma la actividad, pero flexibiliza la evaluación de dichos estudiantes. Esta situación se evidencia en la siguiente cita: “Yo me fijo más que todo en lo que ellos escriben. Claramente ellos no tienen el mismo nivel de los otros, entonces no puedo calificarlos con la misma rigurosidad” [CEcd-ne(1-58)].

Esta situación permite inferir que la formación docente, tanto inicial como continua, debe promover nuevas perspectivas que reconozcan el aula como un sistema complejo y valoren la diversidad y su adecuada atención. Esto posibilita aprovechar las diferencias para enriquecer las interacciones y el aprendizaje, especialmente en actividades experimentales, donde los estudiantes, al ser reconocidos en sus intereses y habilidades, pueden proponer procedimientos, formular preguntas y construir experiencias significativas.

Conocimiento y creencias sobre la evaluación en ciencias

Los resultados muestran que el docente integra enfoques formativos y sumativos de manera intencional, mientras emplea diversas estrategias de evaluación. Destaca la importancia de la evaluación formativa como medio para cuestionar prácticas tradicionales, al tiempo que promueve la autoevaluación y el diálogo entre estudiantes, lo cual fomenta su responsabilidad en el proceso de aprendizaje (Torres y Mocarro, 2023). Entre las estrategias que utiliza, se encuentran: talleres grupales, coevaluación, reflexiones escritas, experimentos para la feria de la ciencia y preguntas de retroalimentación.

Asimismo, se identificó que el docente otorga relevancia al desarrollo de la escritura y al uso comprensivo del lenguaje científico, vinculado al contexto. La escritura se reconoce como un recurso clave para alcanzar una comprensión adecuada de los conceptos y para mejorar la comunicación de los aprendizajes (Ortiz y Candela, 2022). Igualmente, se valoró el uso del lenguaje científico como herramienta para establecer acuerdos sobre los conceptos, sus aplicaciones y sus significados en el aula (Candela, 2020). Esto se evidencia en la siguiente cita:

Cuando yo los leo, les empiezo a preguntar a qué se refieren con tal cosa... y si hay una palabra que están utilizando de alguna forma incorrecta, trato de ahondar más en esa palabra y que ellos mismos reflexionen sobre qué palabra colocaron. [EVfe-me(1-5)]

Del mismo modo, se identificó que el docente valora los procesos colaborativos como parte integral de la evaluación, ya que considera que el conocimiento se construye en comunidad. Según Collazos y Mendoza (2006), el aprendizaje colaborativo es un proceso interactivo que motiva a los estudiantes a trabajar juntos para alcanzar metas comunes, reconociendo fortalezas y debilidades individuales, y desarrollando estrategias para beneficiarse mutuamente. Esto se

refleja en la siguiente cita: “Debemos hacer exámenes, pero trato en lo posible de evaluar sus escritos, siempre hay talleres grupales, yo siempre trato de trabajar talleres grupales” [EVfe-me(1-26)].

El docente demuestra coherencia entre su discurso y su práctica evaluativa, al implementar de manera sistemática las estrategias que menciona. Por ejemplo, en los talleres grupales explora la comprensión de los fenómenos y luego contrasta oralmente las opiniones escritas, para realizar valoraciones sumativas, generalmente de tipo cuantitativo, basadas en los resultados de los estudiantes.

Un aspecto que llama la atención es la escasa importancia que este docente concede a los ejercicios tradicionales de lápiz y papel. Esta postura contrasta con los enfoques predominantes en investigaciones previas sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de profesores novatos de Física, en las que dichas actividades son consideradas fundamentales (Reyes y Martínez, 2013). Esta diferencia se explica por la crítica del docente a la priorización de la matematización sobre la comprensión conceptual en la enseñanza de la Física.

Conocimiento sobre las estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia

En esta categoría se encontró que el docente utiliza la experimentación como estrategia central para la enseñanza de las ciencias, lo cual favorece la exploración y caracterización de fenómenos físicos. En ese sentido, la experimentación se concibe como un proceso que contribuye a la construcción del conocimiento científico, y no como un recurso subordinado a la teoría para su comprobación. En esta perspectiva, el experimento se presenta como un escenario de manipulación del fenómeno, donde el observador tiene la libertad de exa-

minarlo según sus percepciones y desarrollar interpretaciones sobre la realidad (Hacking, 1996). Esto se ejemplifica en la siguiente cita:

Yo les digo: “Muchachos, vamos a colocar las fichas de dominó de tal manera, tomen la distancia, tomen el tiempo y empiencen”. Ellos lo acomodan como quieran [...]. Al finalizar les pregunto si los resultados que lograron les permitieron llegar al movimiento rectilíneo uniforme. Ah, ¿qué no? Entonces, ¿cómo hacemos para que llegue? [ESsp(1-60)]

Se determinó que, ante la ausencia de un laboratorio físico adecuado en la institución, el docente recurre a estrategias alternativas. En lugar de realizar actividades prácticas convencionales, utiliza simuladores y laboratorios virtuales, aprovechando las capacidades de los recursos digitales para representar contenidos abstractos. El uso de simuladores en la enseñanza de la Física facilita una mejor comprensión de los conceptos al ofrecer escenarios virtuales en los que es posible manipular variables y observar las relaciones entre ellas (Banda y Nzabahimana, 2021).

Además, se identificó que el docente emplea principalmente teléfonos celulares como recurso digital en sus clases. Estos dispositivos permiten descargar aplicaciones como *Geo Tracker* y acceder a simuladores de la plataforma PhET, lo que facilita la recolección de datos —como velocidad, distancia y tiempo— y la manipulación de variables, como en el simulador “Laboratorio de colisiones”. Esto se evidencia en la siguiente cita: “Hay una (aplicación) que se llama *Geo Tracker* que la utilicé para que me pudiera brindar datos específicos sobre la velocidad, distancia y tiempo. (Ehh) Hay otra de PhET que es sobre las colisiones” [ESsp-ur(1-17)].

Se observó también que el docente recurre a la ejemplificación como recurso para contextualizar los fenómenos físicos en estudio.

En este enfoque, relaciona situaciones cotidianas del estudiantado con conceptos abstractos y complejos de la Física, con el propósito de facilitar su comprensión. Según Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), el uso de recursos literarios como la analogía permite asociar nuevos conceptos con saberes previos significativos, lo que mejora la comprensión de los fenómenos. Esto se refleja en la siguiente cita: "A ver, yo trato de dar muchos ejemplos, ¿sí? O sea, si con un ejemplo no funciona, paso a otro ejemplo" [ESrc(1-25)].

En suma, el docente adopta una perspectiva constructivista de la enseñanza de las ciencias, basada en estrategias y recursos que promueven la participación activa del estudiantado. Su concepción de la experimentación no depende de un laboratorio físico ni de métodos tradicionales, sino que se orienta de forma heurística, permitiendo que los estudiantes construyan conocimiento mediante el descubrimiento, la interpretación y la resolución de problemas.

Conocimiento sobre el dominio afectivo en los procesos de enseñanza

En esta categoría se identificó que el docente reconoce la importancia de establecer un trato respetuoso y amable con sus estudiantes, con el fin de promover un ambiente de clase ameno que favorezca la participación y el acercamiento al conocimiento. Se observó que mantiene una actitud positiva al momento de resolver dudas y que aprovecha los espacios de recreo y descanso para dialogar con el estudiantado, con el propósito de generar vínculos afectivos. Estas actitudes contribuyen a que sus estudiantes mantengan una buena disposición y atención durante el desarrollo de las actividades. Un ejemplo de ello se observa en la siguiente cita: "El docente mantuvo una actitud calmada y paciente, haciendo chequeos constantes a los grupos para ayudarlos con su trabajo y comentarles las próximas preguntas del taller" [DOaf(2-7)].

El docente fomenta la participación estudiantil a través de actividades que se basan en sus intereses, lo cual favorece el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia. Asimismo, procura construir una cultura de trabajo autónomo a partir del estudio de situaciones cotidianas que estimulen la curiosidad del grupo. Este enfoque revela un compromiso emocional y un alto nivel de implicación en el desarrollo académico y personal de sus estudiantes. Esto se evidencia en la siguiente cita: "Entonces me di cuenta de que a ellos les interesa ese trabajo autónomo, pero dependiendo de qué; no dejarles una tarea o una actividad vacía que no les promueva como esas ganas de investigar" [DOmo(1-50)].

Garritz (2010) subraya la importancia de construir comunidades de aprendizaje a partir de vínculos afectivos significativos, ya que fortalecen el compromiso y la motivación del estudiantado. Resulta fundamental tener conciencia del impacto de la emocionalidad en la práctica docente, pues esta se ve influida por las emociones que el profesorado experimenta hacia la disciplina, los estudiantes y el contexto (Padilla y Driel, 2012). Por tanto, es necesario que los programas

de formación docente incluyan explícitamente el desarrollo del conocimiento relativo al dominio afectivo, dada su relevancia para la gestión del aula y la planificación pedagógica.

Conclusiones

El análisis del CPC del docente novel revela que su enseñanza está orientada desde una perspectiva pedagógica constructivista con un enfoque de indagación guiada. Esta orientación se refleja en la relevancia que otorga a los intereses y potencialidades de los estudiantes para la toma de decisiones curriculares y de enseñanza. El docente no solo selecciona contenidos y estrategias en función de sus estudiantes, sino que también diseña experiencias de aprendizaje activas y significativas, y promueve un ambiente respetuoso y participativo. Asimismo, adopta estrategias de evaluación con enfoque formativo y participativo, que incluyen la autoevaluación y la reflexión, en el marco del respeto y la valoración de los avances diferenciados de los estudiantes. Es importante destacar que la literatura respalda la efectividad de estos enfoques en la promoción del aprendizaje autónomo y la mejora del rendimiento estudiantil en la enseñanza de la Física.

Sin embargo, los resultados también sugieren la pertinencia de actualizar los modelos del CPC propuestos a comienzos de siglo, incluyendo dimensiones como la afectividad, la atención a la diversidad cultural y funcional, y la integración pedagógica de las TIC. En el caso estudiado, el docente demuestra un notable desarrollo de su dimensión afectiva a través de su compromiso con el bienestar académico y personal de los estudiantes, aspecto crucial para fomentar entornos de aprendizaje positivos y efectivos. No obstante, se identifica una brecha en su CPC en cuanto a la formación hacia la diversidad funcional y su gestión en el aula con mayor asertividad. Finalmente, el docente demuestra una notable capacidad

de adaptación al integrar recursos digitales, como simuladores y laboratorios virtuales, para superar las limitaciones de infraestructura del entorno educativo.

Los resultados de este estudio evidencian que, a pesar de su limitada experiencia, el docente novel ha logrado integrar los principios de la teoría pedagógica constructivista en su práctica profesional. Este tipo de conocimiento guarda una estrecha relación con la identidad profesional del docente, su práctica pedagógica y su interpretación del contexto educativo. Sin embargo, estos hallazgos invitan a los programas de formación de educadores a ampliar la base de conocimientos para la enseñanza con que forman a los futuros educadores, e incorporar de manera explícita estas nuevas dimensiones con el propósito de fortalecer la preparación de los futuros docentes.

Este estudio tiene importantes implicaciones educativas: por un lado, resalta la necesidad de fortalecer la formación inicial docente en estrategias de atención a la diversidad funcional y en el desarrollo del dominio afectivo; por otro, invita a los programas de formación a diseñar experiencias que articulen reflexión crítica, herramientas tecnológicas y adaptación contextual como parte esencial del CPC.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que el desarrollo y la escritura de este artículo se han llevado a cabo sin malas conductas ni valores distintos a los que usual y éticamente corresponden a la investigación. Por lo tanto, declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad del Valle y al Grupo de Investigación Interinstitucional Ciencias, Acciones y

Creencias UPN-UV por el apoyo brindado para el desarrollo de esta investigación solidaria, así como al profesor que participó como sujeto de estudio.

Referencias

- Abell, S. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En S. Abell y N. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). Lawrence Erlbaum.
- Banda, H. y Nzabahimana, J. (2021). Effect of Integrating Physics Education Technology Simulations on Students' Conceptual Understanding in Physics: A Review of Literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2). <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.17.023108>
- Candela, B. (2020). Oralidad, lectura y escritura competencias mediadoras del aprendizaje del currículo de química: el caso del equilibrio químico. *Revista Científica*, 37(1), 18-29. <https://doi.org/10.14483/23448350.14839>
- Candela, R. y Viafara, O. (2014). Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (35), 89-111. <https://doi.org/10.17227/01213814.35ted89.111>
- Chade, V. (2014). Superación de las visiones deformadas de las ciencias a partir de la incorporación de la historia de la física a su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 34-53. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.05
- Collazos, C. y Mendoza, J. (2006). Cómo aprovechar el "aprendizaje colaborativo" en el aula. *Educación y Educadores*, 9(2), 61-76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83490204>
- Creswell, J. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches* (2.ª ed.). Sage.
- Driel, J. van. y Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28. <https://doi.org/10.3102/0013189x11431010>
- Duarte, J. y Valbuena, E. (2024). Conocimiento didáctico del contenido de educación ambiental de una profesora en el contexto escolar. *Praxis*, 20(1), 13-31. <https://doi.org/10.21676/23897856.3871>
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(2), 231-242. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4000>

- Garritz, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge and the Affective Domain of Scholarship of Teaching and Learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2). <https://doi.org/10.20429/ijsotl.2010.040226>
- Garritz, A., Lorenzo, M. y Daza-Rosales, S. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana*. Editorial Académica Española.
- Glaser, B. y Strauss, A. (1999). *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research* (1.ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203793206>
- Grossman, P. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College Press.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. Paidós.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R. y Chinn, C. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller y Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Johnson, D. y Johnson, R. (1991). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning* (3.ª ed.). Allyn and Bacon.
- Jong, T. de., Sotiriou, S. y Gillet, D. (2014). Innovations in STEM Education: The Go-Lab Federation of Online Labs. *Smart Learning Environments*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6>
- Kind, V. (2009). Pedagogical Content Knowledge in Science Education: Perspectives and Potential for Progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204. <https://doi.org/10.1080/03057260903142285>
- Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Lyle, J. (2013). Stimulated Recall: A Report on its Use in Naturalistic Research. *British Educational Research Journal*, 29(6), 861-878. <https://doi.org/10.1080/0141192032000137349>
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Kluwer Press. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4
- Maraza, B., Torres, J., Reymer, G., Aguilar, J., Cayturo, N. y Huaracha, D. (2023). Hacia el desarrollo de competencias investigativas a través del uso de simuladores. *International Journal of Emerging Technologies for E-Learning*, 13(7), 163-170. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i07.1905>
- Martín, J. (2020). Nada es lo que parece: una reflexión sobre las visiones deformadas de la ciencia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 257-274. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-9996>
- Martínez-Maldonado, P., Armengol-Asparó, C. y Muñoz-Moreno, J. (2019). Interactions in the Classroom from Effective Pedagogical Practices. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18(36), 55-74. <https://doi.org/10.21703/rexe.20191836martinez13>
- Melo-Niño, L., Buitrago, A., Cañada, F. y Mellado, V. (2016). Conocimiento didáctico del contenido declarado durante la enseñanza de la fuerza eléctrica en bachillerato:

estudio de caso. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (39), 45-63. <https://doi.org/10.17227/01203916.4580>

Ortiz, L. y Candela, B. (2022). La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(1), 168-183. <https://doi.org/10.14483/23464712.16531>

Padilla, K. y Driel, J. van. (2012). Relationships among Cognitive and Emotional Knowledge of Teaching Quantum Chemistry at University Level. *Educación Química*, (23), 311-326. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(17\)30159-3](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(17)30159-3)

Parga, L. y Mora, P. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico-epistemológicas con las tramas de contexto-aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (24). <https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083>

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(2), 261-284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>

Reyes, J. y Martínez, C. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (33). <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted36.60>

Sacristán, G. (1991). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Morata.

Schön, D. (1987). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Paidós.

Şen, M., Demirdöğen, B. y Öztekin, C. (2022). Interactions among Topic-specific Pedagogical Content Knowledge Components for Science Teachers: The Impact of Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 33(8), 860-887. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.2012630>

Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Slavin, R. (2011). Instruction Based on Cooperative Learning. En *Handbook of Research on Learning and Instruction* (pp. 344-360). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203839089.ch17>

Stake, R. (2013). Estudios de casos cualitativos. En N. Denzin y Lincoln (eds.), *Las estrategias de investigación cualitativa* (pp. 154-197). Gedisa.

Tamir, P. (1988). Subject Matter and Related Pedagogical Knowledge in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 99-110. [https://doi.org/10.1016/0742-051x\(88\)90011-x](https://doi.org/10.1016/0742-051x(88)90011-x)

- Torres, B. y Mocarro, W. (2023). El aprendizaje colaborativo para la evaluación formativa. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(30), 1946-1961. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.641>
- Tresserras, E. y Palou, J. (2023). Transformación de prácticas plurilingües: contradicciones entre pensamiento y acción. Estudio de caso. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25(e20), 1-14. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e20.4705>
- Velasco, N. y Gandolfo, N. (2022). Oportunidades brindadas por el currículo para el fortalecimiento del conocimiento pedagógico del contenido en los estudiantes del profesorado de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 34(1), 41-50. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37949>



Autoeficacia de profesores de matemáticas en formación. Revisión de la literatura en Latinoamérica

- Self-Efficacy of Pre-Service Mathematics Teachers: A Literature Review in Latin America
- Autoeficácia de professores de matemática em formação: revisão da literatura na América Latina

María Nubia Soler-Álvarez* 
Nilson Genaro Valencia-Vallejo** 

Forma de citar este artículo:

Soler-Álvarez, M. N. y Valencia-Vallejo, N. G. (2025). Autoeficacia de profesores de matemáticas en formación. Revisión de la literatura en Latinoamérica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 222 - 239. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22975>

Resumen

Se presenta una revisión documental de estudios latinoamericanos sobre la construcción de la autoeficacia docente de profesores de matemáticas en formación durante la práctica educativa. Para la localización de los estudios, se realizó una búsqueda en Scielo, Google académico y CAPES. Se encontraron ocho artículos y una tesis. Para la evaluación crítica de los documentos se construyó una matriz con información sobre las fuentes de eficacia y los dominios de actividad docente. Se identificaron diferentes maneras como las fuentes se combinan en el desarrollo de las creencias. La persuasión verbal de los asesores o tutores permite que los futuros profesores mantengan el esfuerzo ante tareas docentes difíciles. La persuasión de asesores, compañeros y estudiantes permite retroinformación puntual sobre las capacidades. La experiencia directa, la persuasión verbal del asesor y la experiencia indirecta del tutor aumentan la autoeficacia si hay correspondencias entre el tipo de asesoría y el modelo pedagógico del tutor. Las experiencias de tutores y de pares permiten la comparación referencial, especialmente en el reconocimiento de estrategias pedagógicas útiles.

Palabras clave

autoeficacia docente; profesores en formación; prácticas educativas; estado del arte; revisión documental

1 Magíster en Ciencias-Matemáticas. Estudiante, Doctorado Interinstitucional en Educación. Docente, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. nsoler@pedagogica.edu.co

2 Doctor en Educación, docente en Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. nvalencia@pedagogica.edu.co

Artículo de Investigación

Fecha de recepción: 14/03/2025
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This paper presents a documentary review of Latin American studies on the development of teacher self-efficacy among pre-service mathematics teachers during their teaching practice. Studies were located through searches in Scielo, Google Scholar, and CAPES. Eight articles and one thesis were found. A matrix was created for critical evaluation of the documents, including information on sources of efficacy and domains of teaching activity. The review identified different ways in which efficacy sources combine in the development of beliefs. Verbal persuasion from supervisors or mentors helps future teachers sustain effort when facing challenging teaching tasks. Persuasion from supervisors, peers, and students provides specific feedback on teaching capabilities. Direct experience, verbal persuasion from the mentor, and vicarious experiences through the tutor enhance self-efficacy when there is alignment between the type of mentoring and the tutor's pedagogical model. Experiences shared by tutors and peers enable comparative referencing, particularly in recognising effective pedagogical strategies.

Keywords

teacher self-efficacy; pre-service teachers; teaching practice; state of the art; literature review

Resumo

Apresenta-se uma revisão documental de estudos latino-americanos sobre a construção da autoeficácia docente de professores de matemática em formação durante a prática educativa. A busca pelos estudos foi realizada nas bases Scielo, Google Acadêmico e CAPES, resultando em oito artigos e uma dissertação. Para a avaliação crítica dos documentos, foi construída uma matriz com informações sobre as fontes de eficácia e os domínios da atividade docente. Identificaram-se diferentes formas de combinação entre as fontes de eficácia na formação das crenças. A persuasão verbal de orientadores ou tutores permite que os futuros professores mantenham o esforço diante de tarefas docentes desafiadoras. A persuasão de orientadores, colegas e estudantes proporciona feedback pontual sobre as capacidades. A experiência direta, a persuasão verbal do orientador e a experiência indireta por meio do tutor aumentam a autoeficácia quando há correspondência entre o tipo de orientação e o modelo pedagógico do tutor. As experiências de tutores e pares permitem comparações referenciais, especialmente no reconhecimento de estratégias pedagógicas eficazes.

Palavras-chave

autoeficácia docente; professores em formação; práticas educativas; estado da arte; revisão documental

Introducción

La autoeficacia es un concepto desarrollado por Bandura (1997), referido a las creencias de las personas sobre las capacidades que tienen para organizar sus acciones y llevarlas a cabo con el fin de alcanzar ciertas metas. Debido a que la autoeficacia hace parte del sistema de auto-creencias permite ejercer cierto control sobre los pensamientos y acciones. En el caso de los profesores, las creencias sobre su capacidad para realizar las tareas pueden ser determinantes en su desempeño profesional (Zee y Koomen, 2016) e incluso en su bienestar (Gesel *et al.*, 2021).

Debido a que es difícil modificar la autoeficacia (Bandura, 1977), es importante estudiar la manera como se construye y así aportar a la formación inicial. Este asunto se aborda en la tesis de doctorado “Construcción de la autoeficacia de profesores de matemáticas en formación que realizan prácticas educativas”¹, desarrollada por la coautora de este artículo. En el marco de dicha investigación, una indagación inicial mostró poca productividad en el contexto latinoamericano, esto llevó a realizar una investigación exhaustiva, la cual se reporta en este documento.

Problemática

La autoeficacia docente se ha estudiado ampliamente (Gesel *et al.*, 2021; Yalpaze y Yakar, 2020), aunque la producción en Latinoamérica es baja. En las 31 revisiones documentales realizadas, que reportan 160 estudios, solo 44 investigaciones incluyen profesores latinoamericanos. De estas, 21 vinculan maestros en formación y en solo siete participan profesores de matemáticas

en formación para los niveles de secundaria y media (Bravo, 2024; Costa y Assis, 2019; Covarrubias y Lira, 2013; Fernandez *et al.*, 2016; laochite *et al.*, 2016; Martins y Chacon, 2019; Oliveira *et al.*, 2022; Patricio Gamboa *et al.*, 2021; Yevilao Alarcón, 2020).

Estas revisiones locales evidencian la necesidad de centrar la atención en la construcción de la autoeficacia. Se ha observado que la práctica educativa tiene incidencia en el desarrollo de estas creencias en la formación inicial. Algunos estudios en la región muestran que la autoeficacia aumenta en diferentes dominios de actividad y están vinculados a las fuentes de eficacia. Gallardo-Contreras *et al.* (2023) observaron que las prácticas generan altos niveles de autoeficacia para la evaluación de los aprendizajes y el manejo de conflictos en la clase. Montecinos *et al.* (2011) observaron que las actividades de apoyo a la práctica generan cambios en la autoeficacia. Klein (2024) evidenció que las experiencias indirectas inciden en la autoeficacia para el diseño de tareas.

Se evidencian lagunas sobre la manera como las fuentes intervienen durante la práctica para el desarrollo de la autoeficacia en profesores de matemáticas en formación latinoamericanos para la secundaria y media. Interrogantes similares se evidencian a nivel internacional. Täschner *et al.* (2024) encontraron que, aunque la autoeficacia docente se puede promover mediante intervenciones o actividades de apoyo a la práctica, aún no es claro cómo las cuatro fuentes aportan a su formación. Se estudiaron producciones en inglés, de las cuales solo una es latinoamericana, lo cual refuerza la importancia de conocer la producción en Latinoamérica sobre el tema. En este orden de ideas, este estudio pretende responder la pregunta: ¿Qué avances se observan en la producción investigativa latinoamericana sobre el desarrollo de

¹ La práctica educativa corresponde a experiencias docentes desarrolladas durante la formación de profesores; en las que se pasa del ser estudiante al ser profesor.

la autoeficacia docente en profesores de matemáticas en formación durante su práctica educativa?

Referentes teóricos

La autoeficacia docente hace referencia a las creencias de los profesores sobre su capacidad para realizar las tareas de la profesión. Para su construcción los profesores realizan juicios sobre sus capacidades luego de analizar las tareas docentes y el contexto en el que realizan (Tschannen-Moran y Woolfolk Hoy, 2001). La autoeficacia se desarrolla a partir de cuatro fuentes: experiencias directas, experiencias vicarias, persuasión verbal y, estados fisiológicos y emocionales (Bandura, 1997).

Fuentes de eficacia docente

Experiencias directas

Estas son las fuentes que más influyen en la eficacia, debido a que están relacionadas con alcanzar metas por medio de la acción directa (Bandura, 1997). Para los maestros en formación, el fortalecimiento de la autoeficacia docente se logra manteniendo el esfuerzo ante tareas de gran dificultad (Klein, 2023).

Experiencias vicarias

Las experiencias vicarias brindan información sobre la autoeficacia al observar modelos y hacer comparaciones referenciales (Bandura, 1997). Un profesor que observa o imagina un colega desempeñándose con éxito en una tarea docente, puede creer que tiene las capacidades para realizarla y, por tanto, su autoeficacia puede aumentar. La comparación referencial puede tener incidencia en la autoeficacia al contrastar el desempeño propio con el de otros (Valencia, 2021).

Persuasión verbal

Con la persuasión verbal se busca que los profesores mantengan el esfuerzo en una tarea difícil. El éxito en el desempeño puede generar juicios sobre las propias capacidades y aumentar la autoeficacia (Bandura, 1997). Las retroinformaciones de compañeros de carrera, tutores², asesores³ o estudiantes puede influir en la autoeficacia (Marschall, 2023; Watson y Marschall, 2019).

2 El término tutor hace referencia al profesor que acompaña las actividades de la práctica in situ. Es un docente titular de la institución educativa donde se realiza la práctica educativa.

3 El asesor es el profesor designado por la universidad o la institución de formación docente para acompañar los procesos de la práctica.

Estados fisiológicos y emocionales

Las personas usan información proveniente de sus estados fisiológicos para realizar juicios sobre su eficacia (Bandura, 1997). El impacto de los estados fisiológicos depende del significado que se da a las respuestas fisiológicas a determinadas tareas y dependen del nivel de activación, de las circunstancias en que aparecen y de su influencia en el rendimiento.

Metodología

Se realizó una revisión documental siguiendo a Briner y Denyer (2012). Los autores plantean cinco fases para la realización de un estudio documental: identificación de la pregunta de revisión, localización y selección de estudios relevantes, evaluación crítica de los estudios, análisis y síntesis de los resultados de los estudios, y difusión de lo encontrado en la revisión. Para la primera fase, se buscaron revisiones documentales que abordaban la autoeficacia docente. Se consultaron las bases Scielo, CAPES y Google Académico. Se encontraron 33 revisiones. Se construyó una matriz con información del país, los autores, la ventana de observación, los propósitos, las motivaciones de la revisión, los resultados y las publicaciones que incluían participantes latinoamericanos. Se hallaron 65 estudios que hacían referencia a la autoeficacia docente de profesores latinoamericanos.

Para estos 65 se construyó otra matriz con la siguiente información: año de publicación, tipo de profesor participante (de países latinoamericanos, de países no latinoamericanos, en formación, en servicio), áreas de conocimiento y niveles educativos de enseñanza. Se identificaron cuatro estudios en los que participaban profesores de matemáticas en formación para los niveles de secundaria y media y que realizaban práctica docente. La lectura de la matriz para estos estudios evidenció lagunas de investigación y generó las preguntas formuladas en esta revisión.

Para la fase de localización y selección de estudios relevantes, se realizó una búsqueda de artículos o tesis doctorales en las bases Scielo, CAPES y Google académico. Se usaron combinaciones de las palabras: autoeficacia, docente, formación, profesores, matemáticas, práctica. No hubo restricciones para el idioma o el año de publicación del estudio. Adicionalmente, se buscaron documentos en la bibliografía de las revisiones documentales usadas en la fase anterior. Para cada documento se registró información sobre los participantes para determinar si incluían profesores de matemáticas en formación, latinoamericanos, para el nivel secundario y medio que realizaban prácticas. Se identificaron nueve documentos que cumplían los criterios establecidos (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de documentos identificados en la revisión documental

Referencia	País	Participantes	Participación profesores de matemáticas en formación para el nivel secundario	Sobre la práctica educativa
Klein (2023)	Brasil	104 pasantes de pregrado en matemáticas. Años 2020 y 2021.	Todos profesores de matemáticas en formación.	Los participantes realizaban práctica.
Monzalve-Macaya et al. (2023)	Chile	88 futuros profesores. Años 2020 y 2021.	Los participantes cursaban un programa de pedagogía en educación básica. Algunos estaban en la especialidad de matemáticas.	Los participantes habían realizado la práctica. Último año de formación.
Gallardo-Contreras et al. (2023)	Chile	150 estudiantes de pedagogía. Pandemia, año 2021.	El estudio se realizó en universidades con programas de formación pedagógica en artes, ciencias, humanidades y matemáticas.	Los participantes realizaban práctica.
Rojas-Díaz y Nail (2022)	Chile	115 estudiantes de pedagogía.	Están incluidos 34 profesores de pedagogía en matemáticas.	Los participantes tenían formación universitaria promedio de $M=3.8$ ($DT=1.2$) años.
Segarra Escandón et al. (2021)	Ecuador España	26 profesores en formación de Ecuador. 31 profesores en formación de España. Periodo 2019-2020.	Los participantes pertenecen a carreras de Educación Básica y Especial que enseñarán matemáticas u otras áreas en básica y secundaria.	Último año de formación.
Verdugo et al. (2017)	Chile	945 estudiantes de pedagogía en educación básica. Año 2014.	Participaban, entre otros, estudiantes de pedagogía en educación básica. El 53% realizaba mención en matemáticas.	El 15,3% de los participantes había realizado prácticas.
Avalos y Bascopé (2014)	Chile	152 profesores en formación.	Los participantes cursaban, entre otros, programas de enseñanza para secundaria, con especialidad en Matemáticas y otras áreas.	Último año de formación.
Montecinos et al. (2011)	Chile	111 estudiantes de pedagogía en educación básica. Año 2008.	El estudio se realizó con estudiantes de programas de formación pedagógica en matemáticas y otras áreas.	Los participantes realizaban práctica.
Forlin et al. (2010)	México	286 profesores en formación. Año 2009.	El 75% de los participantes cursaba un programa de educación escolar regular, que incluye el área de matemáticas.	Último año de formación.

Fuente: elaboración propia.

Se construyó una matriz con información sobre unidades de análisis, país de origen, tipo de documento, propósitos del estudio, metodología y resultados. Seis de los documentos describían la autoeficacia de los participantes en diferentes dominios de actividad usando instrumentos de tipo cuantitativo. Para estos se amplió la matriz de análisis con información sobre los elementos mencionados (Tabla 2).

Tabla 2. Documentos que miden la autoeficacia docente

Autor-es/ Fuentes o dominios	Escala utilizada para medir autoeficacia	Escala de medición	Factores de la escala	Resultados
Gallardo- Contreras <i>et al.</i> (2023)	Escala de construida en el marco de un proyecto de investigación financiado por el estado. Aplicación: durante la práctica.	3 = menor. 7 = mayor.	Autoeficacia para enseñar a todos los estudiantes (7 ítems, $\bar{x}=3.54$). Autoeficacia para la enseñanza en contextos adversos (7 ítems, $\bar{x}=3.92$).	Cerca de la mitad de los participantes: $\bar{x}$ entre 4 y 5, mediana=5: - enseñar a todos los estudiantes los contenidos del currículo. - lograr que los estudiantes realicen actividades fuera de clase. - diversificar estrategias de evaluación para estudiantes con discapacidad. - mantener relaciones positivas con los padres. - lograr que estudiantes con desventajas socioculturales rindan. - desarrollar proyectos innovadores - incluso sin apoyo institucional. $\bar{x} > 5$, mediana=6: - enseñar a todos los estudiantes – incluyendo los conflictivos-. - generar un ambiente de aceptación en aulas diversas. - manejar los conflictos en el aula. - motivar a los estudiantes a participar en la clase -incluso después de haberse presentado dificultades-. - influir positivamente en los estudiantes -a pesar de contextos adversos. - adaptarse a los recursos e infraestructuras institucionales.
Rojas-Díaz y Nail (2022)	Escala de autoeficacia docente para la convivencia escolar (ADCE). Aplicación: durante el semestre	1 = no soy capaz. 6 = soy totalmente capaz.	Inclusión (9 ítems). Democracia (8 ítems). Colaboración (4 ítems).	Correlación negativa entre la edad de los participantes y los tres factores del instrumento: - inclusión ($r=-0.254$, $p<0.01$). - colaboración ($r=-0.249$, $p<0.01$). - democracia ($r=-0.189$, $p<0.05$). Estudiantes de pedagogía en matemáticas vs. estudiantes de pedagogía en educación diferencial - autoeficacia para la inclusión ($\bar{x}=42.3$ vs. $\bar{x}=47.4$). - autoeficacia para la democracia ($\bar{x}=41.7$ vs. $\bar{x}=44.6$). - autoeficacia para la colaboración ($\bar{x}=18.3$ vs. $\bar{x}=20.5$).
Segarra Escandón <i>et al.</i> (2021)	Escala de creencias de eficacia de la enseñanza de las matemáticas (MTEB) de Enochs <i>et al.</i> (2000). Aplicación: al final del periodo.	1 = muy en desacuerdo. 4 = muy de acuerdo.	Autoeficacia personal para la enseñanza de las matemáticas (13 ítems).	Autoeficacia para: - atender las preguntas de los estudiantes ($\bar{x}=3.77$, $dest=0.72$). - incentivar a los estudiantes a aprender matemáticas ($\bar{x}=3.50$, $dest=0.51$). - utilizar material concreto ($\bar{x}=3.46$, $dest=0.64$). - responder las preguntas de los estudiantes ($\bar{x}=3.15$, $dest=0.54$). - encontrar mejores formas de enseñar matemáticas ($\bar{x}=3.38$, $dest=0.71$). - ayudar a un estudiante que tenga dificultades para aprender conceptos matemáticos ($\bar{x}=3.23$, $dest=0.58$). - monitorear el trabajo matemático de los estudiantes ($\bar{x}=2.85$, $dest=0.67$).

Autor-es/ Fuentes o dominios	Escala utilizada para medir autoeficacia	Escala de medición	Factores de la escala	Resultados
Verdugo <i>et al.</i> (2017)	MTEBI Aplicación: durante el periodo académico.	1 = muy en desacuerdo 4 = muy de acuerdo	Autoeficacia para la enseñanza de las matemáticas (13 ítems). Expectativas de resultado en la enseñanza de las matemáticas (8 ítems).	60% de los participantes: autoeficacia para producir logros significativos en los estudiantes ($\bar{x}=3.95$, $dest=0.6$, asimetría=-0.38 y curtosis= 0.802). 40% de los participantes: creencias en sus capacidades docentes ($\bar{x}=3.95$, $dest=0.6$, asimetría=-0.702 y curtosis= 0.345).
Avalos y Bascopé (2014)	TSES de (Tschannen- Moran y Woolfolk Hoy 2001). Aplicación: Pre y post práctica.	1 = nada. 3 = muy poco. 5 = algo. 7 = bastante. 9 = mucho.	Gestión de clase (4 ítems). Compromiso de los estudiantes (4 ítems). Estrategias instruccionales (4 ítems).	Autoeficacia para gestión de clase y: - manejar el comportamiento disruptivo de los estudiantes (de $\bar{x}=6.64$ a $\bar{x}=6.75$). - hacer que los estudiantes sigan las normas de clase (de $\bar{x}=6.38$ a $\bar{x}=7.15$). - calmar un estudiante disruptivo (de $\bar{x}=6.16$ a $\bar{x}=7.09$). - manejar adecuadamente los diferentes grupos de estudiantes (de $\bar{x}=6.09$ a $\bar{x}=7.02$). Autoeficacia para comprometer a los estudiantes y: - motivar a los estudiantes para que se interesen en la clase (de $\bar{x}=6.75$ a $\bar{x}=6.85$). - que crean que pueden hacer un buen trabajo (de $\bar{x}=7.49$ a $\bar{x}=7.56$). - lograr que los estudiantes valoren el aprendizaje (de $\bar{x}=7.49$ a $\bar{x}=7.25$). - asistir a las familias para que ayuden a los estudiantes a realizar un buen trabajo escolar (de $\bar{x}=6.47$ a $\bar{x}=5.00$).
Forlin <i>et al.</i> (2010)	Escala de autoeficacia docente para las prácticas inclusivas (TEIP). Aplicación: durante el periodo académico.	1 = muy bajo. 2 = bajo. 3 = promedio. 4 = alto. 5 = muy alto. 6 = altísimo.	Eficacia para usar instrucciones inclusivas (6 ítems). Eficacia para manejar el comportamiento (6 ítems). Eficacia para la colaboración (6 ítems).	Autoeficacia para la instrucción inclusiva ($\bar{x}=4.94$, $dest=0.61$) y para: - ofrecer explicaciones alternativas ($\bar{x}=5.22$). - la colaboración ($\bar{x}=4.81$, $dest=0.86$). - utilizar estrategias de evaluación diferenciadas ($\bar{x}=5.18$). - organizar trabajo en equipo ($\bar{x}=5.06$). Autoeficacia para colaborar con otros profesionales ($\bar{x}=5.15$) y para colaborar con los padres de familia ($\bar{x}=5.03$). Autoeficacia para la gestión del comportamiento ($\bar{x}=4.67$, $dest=0.71$) y para: - tratar con jóvenes físicamente agresivos ($\bar{x}=4.49$). - manejar el comportamiento disruptivo ($\bar{x}=4.62$).

Fuente: elaboración propia.

Para los otros documentos se construyó una matriz con los aportes a las fuentes de eficacia, la combinación de estas y los dominios de actividad docente (Tabla 3). En algunos documentos las conclusiones eran generales o contradictorias con los datos; en estos casos se realizaron interpretaciones respecto a la pregunta de indagación. El análisis se realizó leyendo la matriz y revisando la manera como se construían estas creencias a partir de las fuentes en los diferentes dominios de actividad.

Tabla 3. Matriz de análisis documentos que refieren a la construcción autoeficacia

Autor-es/ Fuentes o dominios	Experiencia directa	Experiencias vicarias	Persuasión verbal	Estados fisiológicos y emocionales	Combinación de fuentes	Dominios de actividad
Klein (2023)	A pesar de las dificultades por la pandemia, los futuros profesores mantuvieron su esfuerzo y fortalecieron su eficacia.	Los modelos fueron tutores y pares. Se observaron estrategias pedagógicas.	La orientación de tutores y asesores apoyó la constitución de la autoeficacia para la planificación. La retroalimentación de pares sobre las vivencias de la práctica fue clave.	No se evidencia.	Experiencia directa y persuasión social: mayor incidencia en la autoeficacia. La autoeficacia es combinación de diferentes fuentes.	Se observan niveles altos de eficacia para la gestión de clase y la planificación.
Monzalve-Macaya, Sánchez-Contreras, y Díaz-Levicoy (2023)	Problemas de conducta de los estudiantes en el aula. Estrategias poco efectivas para afrontar los problemas de conducta.	No se evidencia.	No se evidencia.	No se evidencia.	No se evidencia.	Los niveles de autoeficacia para la gestión de clase son bajos. Falta de formación para la gestión en aulas de difícil convivencia.
Montecinos <i>et al.</i> (2011)	La autoeficacia está relacionada con las actividades: observación, diseño de tareas, desarrollo de lecciones.	La autoeficacia está relacionada con el estilo de enseñanza del tutor.	La autoeficacia está relacionada con el tipo de asesoría. El apoyo del asesor es diferente en las distintas etapas de la formación.	No se evidencia.	Aumento autoeficacia: Diseño de clases y materiales con un supervisor directivo. Tutor rutinario y asesor directivo. Tutor indagatorio y asesor reflexivo. Disminución autoeficacia: Colaborar con el tutor y un supervisor directivo.	Aumento de autoeficacia: Estrategias instruccionales: Gestión de clase. Disminución de autoeficacia: Compromiso de los estudiantes

Fuente: elaboración propia.

Resultados

A continuación, se presenta el aporte a la investigación sobre la construcción de la autoeficacia docente de profesores de matemáticas en formación de Latinoamérica durante la práctica educativa. Los documentos se organizan en dos grupos: estudios cuantitativos en los que se describe la autoeficacia docente y de investigaciones que presentan avances respecto a la pregunta de indagación.

Estado de la autoeficacia docente

En los documentos hallados se mide la autoeficacia de futuros profesores de ma-

temáticas usando diferentes escalas. Estas describen dominios de actividad importantes para la formación docente. Uno de los dominios refiere a la enseñanza para la diversidad y la inclusión. Gallardo-Contreras *et al.* (2023) encontraron que la mitad de los participantes tenían niveles bajos de autoeficacia para enseñar, media de 3.54 sobre siete. Rojas-Díaz y Nail (2022) identificaron niveles medios de autoeficacia para la inclusión; $\bar{x}=42.3$ sobre 54. Forlin *et al.* (2010) hallaron niveles no tan altos de autoeficacia para la instrucción inclusiva ($\bar{x}=4.94$ sobre 6) y de autoeficacia para la gestión del comportamiento agresivo o disruptivo ($\bar{x}=4.96$ sobre 6).

Otro dominio de actividad evidenciado es la convivencia escolar. Gallardo-Contreras *et al.* (2023) encontraron que el 40% de los participantes tenían niveles bajos de autoeficacia para la enseñanza en contextos adversos, $\bar{x}=3.92$ sobre 7. Rojas-Díaz y Nail (2022) reportaron niveles altos de autoeficacia para la democracia; $\bar{x}=41.7$ sobre 48.

Otros tres dominios son las estrategias instruccionales, el compromiso de los estudiantes y la gestión de clase presentes en la TSES. Avalos y Bascopé (2014) encontraron niveles aceptables de autoeficacia para el compromiso de los estudiantes ($6.85 < \bar{x} < 7.56$ sobre 9) y la gestión de clase ($6.75 < \bar{x} < 7.09$ sobre 9).

Otra escala es la MTEBI de Enochs *et al.* (2000). Esta fue usada en dos documentos de esta revisión. Verdugo *et al.* (2017) encontró que cerca del 60% de los participantes tienen niveles altos de autoeficacia para producir logros significativos en los estudiantes en matemáticas ($\bar{x}=3.95$ sobre 4). Segarra Escandón *et al.* (2021) encontraron niveles altos de autoeficacia para incentivar el aprendizaje de las matemáticas ($\bar{x}=3.5$ sobre 4), para usar material concreto para matemáticas ($\bar{x}=3.46$ sobre 4) y para encontrar diferentes formas de enseñar matemáticas ($\bar{x}=3.38$ sobre 4); niveles medios de autoeficacia para responder preguntas sobre conceptos matemáticos ($\bar{x}=3.15$ sobre 4) y ayudar a estudiantes que presentan dificultades en matemáticas ($\bar{x}=3.23$ sobre 4); y, niveles bajos de autoeficacia para monitorear el trabajo de los estudiantes en matemáticas ($\bar{x}=2.85$ sobre 4).

Construcción de la autoeficacia docente

Se presentan los resultados de los estudios en los que se identifican avances respecto a la manera como se construye la autoeficacia docente de profesores de matemáticas en formación durante la práctica educativa.

Klein (2023) estudió las relaciones entre la autoeficacia docente, las fuentes de eficacia y el conocimiento pedagógico de profesores de matemáticas en formación. Se realizó un estudio mixto. Se construyó y validó una escala para medir la autoeficacia para planear lecciones, diseñar material, gestionar el aula y usar las TIC. Los participantes realizaron práctica de forma virtual durante la última pandemia. Los resultados cuantitativos evidenciaron niveles altos de autoeficacia. El estudio cualitativo informa que la experiencia directa fue la fuente más recurrente en todos los dominios. Le siguieron la persuasión verbal y las experiencias indirectas. La práctica generó diversas experiencias que influyeron en la consolidación de la autoeficacia de los seis casos estudiados. Dos de los casos reportan que el éxito en una experiencia se percibió en el buen desempeño de los estudiantes. La pandemia y la necesidad de adaptar la enseñanza incrementaron la dificultad en enseñanza; dos de los seis casos mantuvieron el esfuerzo y fortalecieron su autoeficacia. Respecto a las experiencias vicarias,

los modelos fueron los tutores y los pares; se identificaron estrategias pedagógicas. La observación se hizo de forma directa (tutores) o a través de las experiencias que se reportaban en los seminarios de práctica (pares).

En dos casos el trabajo colaborativo con pares, tutores y asesores para el diseño de material educativo contribuyó a la construcción de la autoeficacia a través de la persuasión verbal. Las discusiones con los pares sobre las planeaciones, así como las orientaciones del tutor sobre el tipo de actividad a proponer a los estudiantes (ejercicios de fácil adaptación) influyeron en la autoeficacia para la planificación de la enseñanza de dos participantes. Respecto a este resultado, la autora hace un llamado a los formadores de profesores indicando que este modelo pedagógico puede limitar la formación crítica de los futuros profesores.

En dos casos, el trabajo colaborativo y la persuasión verbal de los pares mantuvo el esfuerzo en el diseño, condujo al éxito en la tarea y aumentó la autoeficacia. La orientación del tutor influyó positivamente en la autoeficacia de cuatro participantes. En uno de estos, el tutor realizó retroalimentación oportuna y generó el nivel de desafío adecuado para la tarea de enseñanza. En los otros casos se realizaron orientaciones sobre los contenidos a abordar y se realizaron reflexiones.

Monzalve-Macaya *et al.* (2023) presentan un estudio sobre la autoeficacia para la gestión de clase. Se usó la TSES y se diseñó una encuesta sobre capacitación e implementación de apoyo conductual en el salón de clases. Los participantes realizaban, de manera voluntaria, un programa de manejo y apoyo conductual en el aula. Las encuestas fueron diligenciadas en línea. Los autores reportan problemas de conducta en el aula: comportamientos desafiantes, disruptivos o agresivos, peleas, lenguaje inapropiado, acoso, agresiones físicas o verbales a

compañeros y profesores, rabietas, evitación del trabajo y falta de atención. Se identificaron algunas estrategias usadas: remitir los casos a psicopedagogía o autoridades docentes, suspensión, llamado de atención verbal, citación a padres, redirección de la conducta, acciones de prevención, cambio de puesto, ajuste curricular, elogio a comportamientos adecuados o ignorar conductas. Se encontró que la mayoría de los participantes tuvo bajos niveles de eficacia; la cuarta parte de ellos no cree en sus capacidades docentes y cerca de la mitad se considera moderadamente seguros. Los investigadores atribuyen los resultados a la falta de actividades de formación sobre la gestión del aula e indican que es necesario incluir actividades que desarrollen habilidades para el apoyo conductual y manejo del aula en la formación inicial.

Montecinos *et al.* (2011) realizaron un estudio cuantitativo para determinar si la práctica docente propiciaba cambios en la autoeficacia. Se usó la TSES y se diseñó un cuestionario para reconocer factores de la práctica que podrían influenciar los cambios de eficacia, el cual incluyó preguntas sobre el tipo de enseñanza del tutor (rutinaria o indagatoria),⁴ el estilo de supervisión del asesor (directivo o reflexivo)⁵ y las actividades de la práctica (desarrollar lecciones, colaborar en el aula o planear clases). La autoeficacia para las es-

4 Para los autores, la enseñanza rutinaria se centra en plantear a los estudiantes tareas repetitivas, de baja complejidad y poco orientadas a la conceptualización. En contraposición, la enseñanza indagatoria busca la comprensión de los conceptos con complejidad.

5 La supervisión directiva, según los autores, hace referencia a que el asesor indica al practicante lo que debe hacer en el aula, determina cuáles son sus fortalezas y debilidades, centra sus observaciones en el éxito o fracaso de las tareas docentes y orienta la retroalimentación para realizar, de mejor manera, las indicaciones que ha dado. De manera opuesta, la supervisión reflexiva invita al practicante a complejizar las vivencias de la práctica, a identificar las fortalezas y debilidades a partir de la reflexión y a analizar sus actuaciones teniendo como referencia el contexto institucional; la retroalimentación se centra en la valoración de las decisiones tomadas.

trategias instruccionales y la gestión de clase aumentó. La autoeficacia para el compromiso de los estudiantes disminuyó. Se reconoce que, a lo largo de la práctica, los profesores en formación necesitan diferentes tipos de apoyo del asesor: al comienzo requirieron apoyo en referencias bibliográficas y estrategias sencillas; a mediados, necesitaron consejos pedagógicos; y, al final buscaron apoyo emocional.

Se observó que la autoeficacia docente está relacionada con el tipo de actividad de la práctica, el estilo de enseñanza de los tutores y el tipo de supervisión del asesor. La autoeficacia fue alta cuando: la actividad fue diseñar clases y el estilo de supervisión fue directivo; el tipo de supervisión fue directivo y el estilo de enseñanza rutinario; la supervisión fue reflexiva y el estilo de enseñanza indagatorio. La autoeficacia fue baja cuando la actividad fue colaborar con el profesor y el estilo de supervisión directivo. Es importante mencionar que los autores hacen un llamado a los formadores de maestros, respecto al modelo pedagógico directivo y el estudio de enseñanza rutinario, pues se espera que estos no sean predominantes.

Discusión y conclusiones

En esta sección se describen los avances de la producción investigativa en Latinoamérica respecto al tema de la revisión. Para ello, se contrastan los resultados con lo reportado en las revisiones documentales de Bravo (2024), Täschner *et al.* (2024), Mok *et al.* (2023), Morris *et al.* (2016) y Klassen *et al.* (2011).

Dominios de actividad docente

Klassen *et al.* (2011) mostraron que la investigación sobre los dominios de actividad docente se ha orientado hacia dominios multifacéticos que dan cuenta de situaciones de enseñanza comunes a los docentes o hacia dominios específicos relevantes para determinados grupos de profesores. Respecto a la autoeficacia general se observan dominios no evidenciados antes de la publicación de Klassen *et al.* y que están relacionados con particularidades del contexto latinoamericano como la atención a la diversidad, la inclusión educativa y la formación democrática (Forlin *et al.*, 2010; Gallardo-Contreras *et al.*, 2023; Monzalve-Macaya *et al.*, 2023; Rojas-Díaz y Nail, 2022). En relación con la autoeficacia específica, se encontraron investigaciones sobre autoeficacia para la enseñanza de las matemáticas (Segarra Escandón *et al.*, 2021; Verdugo *et al.*, 2017). Klein (2023) evidencia que la planificación y construcción de material son dominios importantes en la formación de profesores de matemáticas.

Experiencias de dominio

Bravo (2024) muestra que la autoeficacia para la gestión del aula aumenta cuando el clima escolar es pacífico, se establecen límites claros y se fomenta un

entorno de aprendizaje seguro (Tilano Osorio, 2023). Estos resultados están en línea con lo reportado por Monzalve-Macaya *et al.* (2023), Gallardo-Contreras *et al.* (2023) y Rojas-Díaz y Nail (2022), quienes evidencian niveles bajos y medios de autoeficacia para la gestión de clase en contextos adversos, de inclusión educativa o de atención a diversidad. Esto se debe, posiblemente, a la dificultad de enseñar en este tipo de contextos predominantes en Latinoamérica. Monzalve-Macaya *et al.* evidenciaron comportamientos difíciles por parte de los estudiantes y escasas estrategias de resolución de estos conflictos por parte de los practicantes. La baja autoeficacia se explica porque una tarea difícil a la cual se imprime gran esfuerzo disminuye la autoeficacia sin importar si fue exitosa (Bandura, 1986).

Experiencias de dominio y otras fuentes

Täschner *et al.* (2024) reportan que la investigación no es concluyente sobre el impacto individual de las fuentes en la autoeficacia. Esto puede explicarse porque la autoeficacia se construye ponderando e integrando información de las cuatro fuentes (Bandura, 1977). Lo encontrado en esta revisión permite avanzar respecto a la combinación de fuentes. Algunos de los estudios hallados explican, en cierta medida, los cambios en las creencias debido a la fuente directa, propiciada por la práctica, en combinación con otras fuentes. En lo que sigue se presentan dichos avances.

Experiencias de dominio y persuasión verbal

Los resultados de la revisión aportan a la investigación sobre la persuasión verbal en dos aspectos: mantener el esfuerzo en tareas docentes difíciles y realizar retroinformación asertiva. Montecinos *et al.* (2011) encontra-

ron que los maestros en formación requerían apoyos diferentes por parte del asesor dependiendo de las necesidades que tenían durante la práctica: bibliografía pertinente, estrategias prácticas, apoyo emocional o indicaciones para el diseño de tareas y material educativo. Es posible que en estos casos la asesoría, que atendía puntualmente las necesidades de los practicantes, lograra mantener los esfuerzos requeridos para las exigencias de la práctica. Klein (2023) evidenció que, a pesar de la dificultad en la enseñanza debido a la pandemia, los futuros maestros mantuvieron el esfuerzo y lograron el éxito en la tarea de diseñar material educativo; el trabajo colaborativo y la persuasión verbal de los compañeros fueron pertinentes. Klein (2023) encontró un resultado similar al observar que, debido a la dificultad de conectar a los estudiantes con la clase, por las condiciones de virtualidad en la enseñanza, el tutor persuadió a dos de los practicantes para que propusieran ejercicios rutinarios y fáciles. El resultado fue exitoso.

Respecto a la retroinformación, Mok *et al.* (2023) evidencian que la investigación ha avanzado en la identificación del tipo de personas que arrojan información de persuasión verbal, pero no es claro en el aporte de estas valoraciones al cambio en la autoeficacia. En este documento se presentan evidencias de avances al respecto. Klein (2023) encontró que la orientación adecuada del tutor, respecto al nivel de desafío de la tarea de enseñanza, la reflexión docente y las orientaciones puntuales sobre el manejo del tiempo y el tipo de contenidos a abordar, aporta al desarrollo de la autoeficacia. Se mostró que las discusiones realizadas entre pares influyeron en la autoeficacia para el diseño de clases y el diseño de material educativo. Las comunidades, conformadas por compañeros de carrera, pueden apoyar el desarrollo de la autoeficacia (Cruz-Rojas, 2022).

Experiencias de dominios, experiencias indirectas y persuasión verbal

Montecinos *et al.* (2011) muestran cómo el modelo de enseñanza del tutor (experiencia vicaria) y la forma en que se hace la asesoría (persuasión verbal) pueden incidir en los juicios sobre las capacidades docentes. Se observaron aumentos en la autoeficacia cuando el tutor fue indagatorio y la asesoría reflexiva o cuando el tutor fue rutinario y la asesoría directiva. Es posible que la credibilidad del persuasor haya sido determinante porque sus indicaciones estaban en sintonía con lo que se veía en las clases del tutor. Esto último se explica en que las evaluaciones de eficacia se consideran en función de quién es el persuasor, de su credibilidad y de su grado de conocimiento de la actividad (Bandura, 1986).

Es importante resaltar que Klein (2023) y Montecinos *et al.* (2011) alertan respecto a necesidad de fortalecer la autoeficacia en diferentes modelos docentes, para evitar que se pierda la perspectiva del maestro latinoamericano que construye saber pedagógico. Particularmente, Alvarado-Guzmán *et al.* (2024) plantean que la formación docente debe asumir un rol de transformación de la sociedad avanzando a modelos que apunten a la racionalidad crítica.

Experiencias de dominio y estados fisiológicos y emocionales

Al igual que en Täschner *et al.* (2024), en esta revisión se evidencia que no hay investigación sobre la fuente de estados fisiológicos y emocionales y su efecto en las actividades de formación de acompañamiento a la práctica. Sin embargo, en el contexto internacional se han presentado avances. Morris *et al.* (2016) evidenciaron que los maestros autoeficaces se caracterizan por ser emocionalmente inteligentes. Marschall (2023) observó que los profesores que creen en sus capacidades docentes son poco susceptibles al estrés. Aquellos que presentan altos índices de estrés, tienen bajos niveles de autoeficacia para la gestión de clase. Los docentes en formación que usan estrategias adaptativas y no evitativas disminuyen el estrés y aumentan la autoeficacia. La falta de conocimiento pedagógico y de los aspectos sociales y culturales de los estudiantes, así como la baja autoestima pueden generar ansiedad y sensación de incapacidad para gestionar una clase adecuadamente.

Recomendaciones para la formación inicial de profesores

Los niveles bajos y medios de autoeficacia en los dominios de enseñanza para la diversidad, la inclusión y la convivencia indican que los programas de formación docente tienen el reto de brindar herramientas a los futuros profesores para que se sientan capaces de enseñar a niños y jóvenes de Latinoamérica, región caracterizada, en gran medida, por su diversidad y los conflictos sociales. También

es importante que en la formación inicial de profesores se aborde, en profundidad, el tema de la resolución de conflictos, así los futuros profesores tendrán herramientas para gestionar su clase y creerse eficaces en este dominio de actividad (Bravo, 2024; Monzalve-Macaya et al., 2023).

Es necesario que los futuros profesores observen diferentes modelos pedagógicos, así como cualificar la labor de los asesores en la comprensión de las características de dichos modelos para que sus retroalimentaciones sean, cada vez, más pertinentes. Esto aportaría a la construcción de la autoeficacia combinando experiencia directa y persuasión verbal (Klein, 2023; Montecinos et al., 2011). La conformación de equipos entre asesores y tutores podría cualificar las persuasiones verbales para que sean oportunas y se centren en las habilidades docentes (Täschner et al., 2024). La conformación de comunidades en las que los practicantes socialicen y reflexionen sobre las experiencias en la práctica y reciban retroinformación de sus pares podría fortalecer la autoeficacia al combinar las fuentes (Klein, 2023; Mok et al., 2023).

Para finalizar, es importante mencionar que el estudio tiene limitaciones en cuanto a las inferencias que se pueden hacer sobre los profesores de matemáticas en formación. Esto porque en algunos estudios los participantes incluyen docentes en formación de otras áreas.

Referencias

- Alvarado-Guzmán, L. L., Hoyos, N. E., Uribe Gartner, C. y Cortés, J. (2024). Modelos de práctica docente de futuros profesores de física: entre normativas y posibilidades. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 55, 296-312. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18770>
- Avalos, B. & Bascopé, M. (2014). Future teacher trajectory research: Its contribution to teacher education and policy. *Education as Change*, 18 (SUPPL.1), 37-41. <https://doi.org/10.1080/16823206.2013.877353>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Bravo, R. H. (2024). Autoeficacia docente en la gestión del aula: una revisión sistemática desde una perspectiva psicológica. *Ciencia y Educación*, 5(4), 31-45. <https://orcid.org/0009-0008-0399-465X>
- Briner, R. B. & Denyer, D. (2012). Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool. En *The Oxford Handbook of Evidence-Based Management*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199763986.013.0007>
- Casas Moreno, Y. y Blanco-Blanco, Á. (2016). Una revisión de la investigación educativa sobre autoeficacia y teoría cognitivo social en hispanoamérica. *Bordon*, 68(4), 27-47. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2016.44637>
- Costa, E. R. da y Assis, M. P. De. (2019). Crenças de autoeficácia na educação: revisão sistemática do período 2007-2017. *Revista e-Curriculum*, 17(4), 1909-1929. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2019v17i4p1909-1929>
- Covarrubias, C. y Lira, M. (2013). La teoría de autoeficacia y el desempeño docente: el caso de Chile. *Revista Educação Especial*, 4(2), 107-123. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4457452.pdf>
- Cruz-Rojas, G. A. (2022). Revisión documental sobre la formación y el conocimiento del profesor de matemáticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 175-192. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-17075>

- Enochs, L. G., Smith, P. & Huinker, D. (2000). Establishing factorial Validity of the Mathematics Teaching Efficacy Beliefs Instrument. *School Science and Mathematics*, 100(4), 194–202. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17256.x>
- Fernandez, A. P. O., Ramos, M. F. H., Silva, S. S. C., Nina, K. C. F. & Pontes, F. A. R. (2016). Overview of research on teacher self-efficacy in social cognitive perspective. *Anales de Psicología*, 32 (3), 793. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.3.220171>
- Forlin, C., Cedillo, I. G., Romero-Contreras, S., Fletcher, T. & Rodriguez Hernández, H. J. (2010). Inclusion in Mexico: Ensuring supportive attitudes by newly graduated teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 14(7), 723-739. <https://doi.org/10.1080/13603111003778569>
- Gallardo-Contreras, N. E., Nocetti de la Barra, A. V., y Muñoz-Soto, M. C. (2023). Autoeficácia en las prácticas pedagógicas de docentes en formación durante la pandemia. *Revista Educación y Ciudad*, 44, e2778. <https://doi.org/10.36737/01230425.n44.2023.2778>
- Gesel, S. A., LeJeune, L. M., Chow, J. C., Sinclair, A. C. & Lemons, C. J. (2021). A Meta-Analysis of the Impact of Professional Development on Teachers' Knowledge, Skill, and Self-Efficacy in Data-Based Decision-Making. *Journal of Learning Disabilities*, 54(4), 269-283. <https://doi.org/10.1177/0022219420970196>
- Iaochite, R. T., Costa Filho, R. A. da, Mota Matos, M. da e Canhina Sachimbombo, K. M. (2016). Autoeficácia no campo educacional: revisão das publicações em periódicos brasileiros. *Psicologia Escolar e Educacional*, 20(1), 45-54. <https://doi.org/10.1590/2175-353920150201922>
- Klassen, R. M., Tze, V. M. C., Betts, S. M. & Gordon, K. A. (2011). Teacher Efficacy Research 1998-2009: Signs of Progress or Unfulfilled Promise? *Educational Psychology Review*, 12(1), 21-43. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9141-8>
- Klein, J. A. (2023). *Relações entre as crenças de autoeficácia docente de licenciandos em matemática, suas fontes e conhecimentos pedagógicos da prática docente no contexto do estágio supervisionado* [Tese de doutorado, Universidade Federal de Mato Grosso; Universidade Federal do Pará; Universidade Estadual do Amazonas]. Repositório Institucional.
- Marschall, G. (2023). Teacher self-efficacy sources during secondary mathematics initial teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104-203. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104203>
- Martins, B. A. e Chacon, M. C. M. (2019). Autoeficácia docente e Educação Especial: revisão da produção de conhecimento nacional e internacional com ênfase na formação de professores. *Revista Educação Especial*, 32, 70. <https://doi.org/10.5902/1984686x35883>

- Mok, S. Y., Rupp, D. & Holzberger, D. (2023). What kind of individual support activities in interventions foster pre-service and beginning teachers' self-efficacy? A meta-analysis. *Educational Research Review*, 40, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100552>
- Montecinos, C., Barrios, C. y Tapia, M. F. (2011). Relación entre estilos de supervisión durante la práctica profesional y las creencias de autoeficacia de los estudiantes de Pedagogía en Educación Básica. *Perspectiva educacional Formación de profesores*, 50(2), 96-122. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.50-Iss.2-Art.42>
- Monzalve-Macaya, M., Sánchez-Contreras, S. & Díaz-Levicoy, D. (2023). Examining classroom behavioral management and support training and future teachers' effectiveness sense. *Formación Universitaria*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062023000100001>
- Morris, D. B., Usher, E. L. y Chen, J. A. (2016). Reconceptualizing the Sources of Teaching Self-Efficacy: a Critical Review of Emerging Literature. *Educational Psychology Review*, 29(4), 795-833. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9378-y>
- Oliveira, P. C., Silva, W. da e Coutinho, M. C. (2022). Crenças de autoeficácia Matemática: revisão sistemática de teses e dissertações brasileiras no período 2002-2021. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 6(3), 464-489. <https://doi.org/10.48075/rebecem.2.v.6.n.3.29816>
- Patricio Gamboa, R., Alanya Beltrán, J., Acuña Condori, S. P. & Poma Santivañez, Y. (2021). Perceived Self-Efficacy Geared Towards Education Systematic Review. *Espiraes. Revista multidisciplinaria de investigación*, 5(37), 32-45. <https://doi.org/10.31876/er.v5i37.791>
- Rojas-Díaz, D. F. & Nail, O. R. (2022). School-wide climate self-efficacy teaching for pre-service teachers. *Formación Universitaria*, 15(1), 47-56. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000100047>
- Segarra Escandón, J. R., Bueno, A., Barrazueta, J. y Julià, C. (2021). La autoeficacia de la enseñanza de matemáticas de los estudiantes de cuarto años de la Universidad del Azuay y la Universitat Rovira i Virgili. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 16(1), 78-97. <https://doi.org/10.30827/pna.v16i1.18519>
- Täschner, J., Dicke, T., Reinhold, S. & Holzberger, D. (2024). "Yes, I Can!" A Systematic Review and Meta-Analysis of Intervention Studies Promoting Teacher Self-Efficacy. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/00346543231221499>
- Tilano Osorio, M. A. (2023). *Relación entre el nivel de formación en inclusión y el grado de percepción de autoeficacia* [Tesis de maestría, Universidad de la Costa]. Repositorio Institucional Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/10852>
- Tschannen-Moran, M. & Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783-805. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00036-1)
- Valencia, N. (2021). *Desarrollo de la autoeficacia y la metacognición en ambientes e-learning: andamiajes computacionales para favorecer el logro de aprendizaje*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Verdugo, M., Asún, R. y Martínez, S. (2017). Validación de la escala de creencias de eficacia en la enseñanza de la matemática (ECEEM) y caracterización de las creencias de estudiantes de pedagogía básica. *Calidad en la educación*, 47, 145-178. <https://doi.org/10.4067/S0718-45652017000200145>

- Watson, S. & Marschall, G. (2019). How a trainee mathematics teacher develops teacher self-efficacy. *Teacher Development*, 23(4), 469-487. <https://doi.org/10.1080/13664530.2019.1633392>
- Yelpaze, İ. & Yakar, L. (2020). Comparison of Teacher Training Programs in terms of Attitudes towards Teaching Profession and Teacher Self-Efficacy Perceptions: A Meta-Analysis. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(4), 549-569. <https://doi.org/10.21449/ijate.725701>
- Yevilao Alarcón, E. A. (2020). Autoeficacia: un acercamiento al estado de la investigación en Latinoamérica. *Revista Reflexión e Investigación Educativa*, 2(2), 91-102. <https://doi.org/10.22320/reined.v2i2.4124>
- Zee, M. & Koomen, H. M. Y. (2016). Teacher Self-Efficacy and Its Effects on Classroom Processes, Student Academic Adjustment, and Teacher Well-Being: A Synthesis of 40 Years of Research. *Review of Educational Research*, 86(4), 981-1015. <https://doi.org/10.3102/0034654315626801>



O sistema conceitual químico como um sistema de atividade

- The Chemical Conceptual System as an Activity System
- El sistema conceitual químico como un sistema de actividad

Forma de citar este artigo:

Ritter, J. e Ligorio, M. B. (2025). O sistema conceitual químico como um sistema de atividade, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 240 - 256. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22175>

Jaqueline Ritter* 
Maria Beatrice Ligorio** 

Resumo

Este trabalho de investigação apresenta resultados de análise documental do Decreto Interministerial nº 211, de 2010, da Itália, com foco nos sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “habilidades” e “competências”. O objetivo foi identificar possíveis relações entre esses conceitos e os objetos do conhecimento do componente curricular Química, na etapa final da educação pré-universitária. A pergunta norteadora foi: qual é o sistema conceitual básico subentendido no Decreto e como ele se relaciona com os constructos de competência e habilidade? Em outras palavras, o que é considerado básico no ensino de Química voltado ao desenvolvimento humano? A investigação está fundamentada na Teoria Histórico-Cultural (THC) de Vigotski e de autores contemporâneos, o que permitiu sistematizar conceitos químicos na forma de um “Sistema Conceitual Químico”. Esse sistema pode ser reconhecido, em contextos educacionais específicos, como um “sistema de atividade”, em que os conceitos atuam como “signos auxiliares” de uma “atividade mediada”, voltada ao desenvolvimento de competências humanas entendidas como funções psicológicas superiores.

Palavras-chave

conceitos científicos; ensino de química; educação básica

1 Doutorado em Educação nas Ciências e Pós-doutorado em Scienze della formazione - psicologia – comunicazione. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. jaqueline.ritter@furg.br

2 Doutorado e pós-doutorado em Educação. Università degli Studi di Bari (UniBa), Itália. mariabeatrice.ligorio@uniba.it

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 26/09/2025
Data de aprovação: 10/06/2025
Data de publicação: 01/07/2025



Abstract

This paper presents the results of a documentary analysis of Italy's Interministerial Decree No. 211 of 2010, focusing on the meanings attributed to the concepts of "skills" and "competences." The aim was to identify possible relationships between these concepts and the knowledge objects of the Chemistry curriculum component at the final stage of pre-university education. The guiding question was: what is the basic conceptual system implied in the Decree, and how does it relate to the constructs of competence and skill? In other words: what is considered foundational in Chemistry teaching aimed at human development? The investigation is grounded in Vygotsky's Cultural-Historical Theory and contemporary authors, which allowed the systematisation of chemical concepts in the form of a "chemical conceptual system." This system may be recognised, in specific educational contexts, as an "activity system," in which concepts function as "auxiliary signs" within a "mediated activity" geared toward the development of human competences understood as higher psychological functions.

Keywords

scientific concepts; chemistry education; basic education

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de un análisis documental del Decreto Interministerial n.º 211 de 2010, de Italia, centrado en los sentidos y significados atribuidos a los conceptos de "habilidades" y "competencias". El objetivo fue identificar posibles relaciones entre estos conceptos y los objetos de conocimiento del componente curricular Química, en la etapa final de la educación preuniversitaria. La pregunta orientadora fue: ¿cuál es el sistema conceptual básico implícito en el Decreto y cómo se relaciona con los constructos de competencia y habilidad? En otras palabras: ¿qué se considera básico en la enseñanza de Química orientada al desarrollo humano? La investigación se fundamenta en la Teoría Histórico-Cultural (THC) de Vigotsky y de autores contemporáneos, lo que permitió sistematizar conceptos químicos en forma de un "sistema conceptual químico". Este sistema puede ser reconocido, en contextos educativos específicos, como un "sistema de actividad", en el que los conceptos actúan como "signos auxiliares" de una "actividad mediada", orientada al desarrollo de competencias humanas entendidas como funciones psicológicas superiores.

Palabras clave

conceptos científicos; enseñanza de la química; educación básica

Uma breve contextualização acerca do significado das palavras/conceitos

Conceitos, para a Teoria histórico-cultural (THC), na definição de Vigotski (2001), são palavras com significados. Todo conceito carrega em si uma história cujo significado evolui — contrapondo-se assim à ideia de uma definição dicionarizada e cristalizada, por muito tempo defendida e aceita academicamente.

Não é nossa intenção aqui abordar mudanças que marcaram a queda do estruturalismo linguístico, até porque ele ainda opera em muitas pesquisas. Nossa motivação, nesse âmbito, é tão somente reafirmar que há sempre uma história na formação dos conceitos. O mesmo se aplica a “habilidade” e “competência”, termos que já investigamos sob a ótica da sua evolução sócio-histórica e cultural em normativas brasileiras nas últimas duas décadas. Esse percurso nos permitiu aproximá-los das capacidades humanas nomeadas por Vigotski (2001) como Funções Psicológicas Superiores, também chamadas de Funções Mentais Superiores (Ritter, 2017).

O que objetivamos agora, quase uma década depois, é interpretar neste manuscrito em que medida o uso desses conceitos, na perspectiva normativa internacional, tem se mantido — ou não. Para isso, buscamos responder à seguinte problemática geral de pesquisa: *o que tem sido legitimado como currículo mínimo ou conteúdos básicos para o Ensino da disciplina de Química no nível pré-universitário?* Para enfrentar esse desafio, elegemos o contexto das normativas italianas, a partir do qual desdobramos outros problemas específicos que serão desenvolvidos na sequência deste texto.

De acordo com Ludke e André (1986, p. 38), a presente pesquisa é de natureza qualitativa, com produção de dados baseada

na Análise Documental. “A análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”. Nosso olhar investigativo busca os sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “habilidade” e “competência”, bem como aos conteúdos de Química previstos no documento analisado.

É com base nesse sentido e na evolução do significado dos conceitos de “habilidade” e “competência” — relacionados aos conceitos e conteúdos mínimos da Química — que o objetivo deste manuscrito consistiu em interpretar o que prevê o Decreto-Lei da Itália, Decreto Interministerial nº 211, de 7 de outubro de 2010. A partir dessa análise documental, sugerimos à comunidade de Educação Química e Ensino de Ciências um possível “Sistema Conceitual da Química”, estruturado de forma sub e super (ou supra) ordenada, conforme definido por Vigotski (2001).

De origem diversa e com diferentes motivações, o conceito de “competência” surge no campo empresarial por volta da década de 1990, sendo posteriormente incorporado às políticas curriculares mundiais após a Conferência Mundial de Educação para Todos (UNESCO, 1990; 2000), como tentativa de reorientar a educação formal no contexto da escolarização pós-Segunda Guerra (Ritter, 2015). O currículo por competências, orientado por grandes corporações econômicas, foi uma diretriz político-ideológica assumida em escala global, inicialmente ancorada em uma concepção tecnicista de ciência, voltada à formação de um jovem cientista funcional. Com o tempo, essa motivação inicial foi incorporando novos aportes teóricos, ganhando proporções curriculares globais e agregando outros sentidos e significados. A própria academia e seus pesquisadores passaram a atribuir novos

significados ao termo, conforme seus referenciais. Um exemplo importante é o do pesquisador espanhol César Coll Salvador, que assessorou as reformas curriculares brasileiras nos anos 1990 (Ritter, 2015; Ritter, 2017).

Dentre esses novos sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “competências” e “habilidades”, identificamos que, desde sua origem, agregaram-se elementos do campo da Psicologia, o que contribuiu para a aproximação de seus significados à noção de capacidade humana. Foi assim que reconhecemos que o desenvolvimento de competências básicas se dá mediante um conjunto de habilidades específicas, as quais potencializam o desenvolvimento de capacidades humanas — a exemplo da memória voluntária, do pensamento lógico, entre outras Funções Psicológicas Superiores (FMS) (Ritter, 2015; 2017).

Com o intuito de conferir funcionalidade à linguagem científica e ao que se aprende, os significados desses constructos curriculares evoluíram de um sentido mais técnico para um sentido mais funcional da cognição humana. Ou seja, os conceitos de “habilidades” e “competências” deixaram de operar simplesmente no campo de suas aplicações técnicas — como um saber-fazer — para assumirem um sentido mais ampliado, com implicações e funcionalidades intelectuais específicas em cada área do conhecimento.

Para Perrenoud (2000), competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos — como saberes, capacidades, informações, entre outros — com vistas a solucionar uma série de situações. Nesse sentido, demonstrar determinada competência pressupõe a mobilização conceitual e prática de habilidades, postas em relação a um determinado contexto, que, por meio de um sistema de conceitos científicos específicos e internalizados, manifestam a atividade da mente humana em processo de apropriação de uma nova palavra e de seus significados. Foi nesse âmbito que encontramos aproximações entre as competências e o significado atribuído por Vigotski (2001) aos conceitos científicos, concebidos como “meios auxiliares” para o desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores. Como capacidades estritamente humanas, sua maturação se dá numa relação dialética de aprendizagem e desenvolvimento, que com auxílio da “Atividade Mediada” por signos/conceitos e instrumentos, constitui os artefatos culturais do Ensino que foram internalizados.

Para Michael Cole (2004), a Teoria Histórico-cultural, firmou suas bases na concepção de atividade prática, adotada por Hegel e desenvolvida por Marx, e que de certa forma resolveu a dualidade existente entre o materialismo e o idealismo. “É na atividade que os indivíduos experimentam o resíduo ideal/material da atividade das gerações anteriores” (p.104). Também se manifesta a acumulação histórica dos artefatos historicamente criados para mediar a relação do homem com a natureza. O autor prefere usar o conceito de “artefato” ao conceito de “instrumento”, adotado por Hegel e Marx.

Como afirmou Vygotsky (1929), todos os meios de comportamento cultural (artefatos, na minha terminologia) são sociais na sua essência. São também sociais

na dinâmica da sua origem e mudança, expressa no que Vygotsky definiu como “a Lei geral do desenvolvimento cultural”. Qualquer função no desenvolvimento cultural das crianças aparece duas vezes, ou em dois níveis. Aparece primeiro no nível social e depois no psicológico. (Cole, 2004, p. 104)

Com base neste aporte teórico, ampliamos as interpretações acerca do significado dos conceitos de “habilidade” e “competências” para além do mundo do trabalho — muito embora essa relação já tivesse sido inserida há muito tempo, com outras palavras e outras intenções, em outros contextos.

Em suma, o animal simplesmente usa a natureza, provocando nela mudanças, com a sua simples presença; o homem, com as suas mudanças, escraviza a natureza para os seus próprios fins, domina-a. entre o homem e os outros animais e mais uma vez é o trabalho que causa esta distinção” (citado em Vygotsky e Luria, p. 76). Os ingredientes finais a serem adicionados à capacidade dos primatas de usar ferramentas são a linguagem e a mediação simbólica, “ferramentas para o domínio do comportamento”. O produto desta nova combinação é uma forma de mediação qualitativamente novo, no qual ferramentas e linguagem se unem em um artefato. (Cole, 2004, p. 106)

Para este autor, foi a passagem da memória natural para a memória cultural que inaugurou, qualitativa e quantitativamente, a condição humana em sua escala evolutiva. Desde o homem primitivo até os dias atuais, tal transição tem gerado uma forma de comportamento característica da espécie humana, com funções da memória em um nível mais elevado.

A memória “cultural” desenvolve-se, no entanto, através da elaboração de “ferramentas de memória” mais complexas

associadas a formas historicamente novas de experiência mediadas por artefactos, e é também acompanhada por uma mudança no papel que os processos naturais desempenham no sistema funcional geral criado graças aos sistemas de mediação mais complexos. O desenvolvimento histórico da memória não é uma mudança na capacidade de lembrar”, mas sim a evolução da memória que aperfeiçoa o “meio de mediação” através do qual a memória é alcançada. (Cole 2004, p.106)

É nessa condição histórica da memória e de suas funções mais complexas que a escrita desempenhou — e ainda desempenha — um papel importante. Segundo o pensamento histórico-cultural, “a escrita é uma das primeiras novas formas de mediação persistentes e muito visíveis, que permite novos modos de interação humana através da reorganização da atividade mnemónica dos seres humanos. O conhecimento sistemático e os conceitos científicos são adquiridos através da escrita” (Cole, 2004, p.106). Ou seja, é através da instrução e de suas formas mais complexas de mediação, via artefatos (signos e instrumentos) que desenvolvemos nossa memória cultural. Foi a partir disso que Vigotski (2001) explicou o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, como a memória voluntária, o pensamento lógico, entre outras.

Nesse sentido, concebemos determinada habilidade como a capacidade da mente humana em pensar e tomar decisões com base naquilo que os conceitos científicos — e seu sistema supraordenado — são capazes de proporcionar em termos de interpretação e uso. Seja para resolver uma problemática específica, como propor soluções para a melhoria do ambiente físico, social e cultural-tecnológico, ou simplesmente para o ato de pensar com o auxílio das palavras, constituintes de determinada linguagem. É essa condição humana

de apropriação da linguagem científica que se tornou o centro do processo criativo e intencional da atividade pedagógica voltada ao desenvolvimento humano — a qual, pela via da instrução e do ensino, teve saltos qualitativos importantes com as contribuições da THC. Pensamento e linguagem estiveram no centro das discussões vigotskianas, demandando um conjunto de relações para expressar aquilo que se mostra capaz de fazer do humano uma espécie animal diferenciada. Afinal, o social os outros animais também possuem, mas o cultural é próprio apenas da condição humana.

Alguns autores do campo da educação, no Brasil, já conseguiram realizar a virada linguística que esse movimento sofreu ao longo das últimas décadas (Libâneo, 2014). Embora outros ainda resistam em mudar suas percepções, orientados por um sentido fixo do significado das palavras ou pela condição ideológica que motivou a origem de competências no currículo — o que torna quase impossível adentrarem em outra esfera de interpretação.

É por essa razão que propomos reconhecer os sentidos e significados atribuídos às palavras/conceitos de “habilidades” e “competências” no documento orientador do currículo em território italiano, bem como identificar sua relação com os objetos do conhecimento no componente disciplinar da Química, fundamentalmente na Etapa final da Educação Básica ou pré-universitária.

A pergunta que orienta esta investigação é: o que tem sido legitimado como currículo mínimo ou conteúdos básicos para o ensino da disciplina de Química nesse nível? Nesse sentido, a problemática documental mais específica que orienta esta pesquisa consiste em reconhecer: qual o sistema conceitual básico inferido pelas normativas italianas? E este sistema apresenta alguma relação com os constructos de competência e habilidade? Afinal, o que é considerado básico no ensino de Química quando o objetivo é o desenvolvimento de capacidades humanas do campo das Funções Psicológicas Superiores (FMS)?

Para isso, nos pautamos na Análise Documental (Lüdke & André, 1986) com o objetivo de identificar os conceitos de Química e os significados atribuídos aos termos “competência” e “habilidade”, mediados pela THC de Vigotski (2001) e pela psicologia da educação e da aprendizagem, na perspectiva da Teoria da Atividade (TA) de Leontiev (2012). No tópico que segue, apresentamos os resultados dessa análise, a qual possibilitou a elaboração de um Sistema Conceitual Químico e a definição de seus fundamentos.

O Sistema Conceitual básico da Química, segundo a concepção documental italiana

Independentemente de estarmos regidos por uma normativa ou outra, o Brasil apresentou, na última década, uma série de resultados de pesquisas que retratam a dificuldade de professores das escolas em propor aulas mais interdisciplinares e contextualizadas, com vistas ao desenvolvimento de habilidades e competências.

Segundo esses estudos, essa dificuldade está relacionada tanto à formação inicial recebida nas licenciaturas quanto à ausência de formação continuada e de condições favoráveis para promover tal mudança (Ritter, 2017; Souza, 2020; Souza, Monteiro & Ritter, 2020). Dessa forma, ainda predominam aulas teóricas baseadas em uma concepção descontextualizada de Ciência ou, por outro lado, percebe-se um esforço em aproximar os conteúdos do cotidiano dos estudantes, o que, por vezes, resulta no esvaziamento da linguagem conceitual e científica (Souza, 2020).

O sistema italiano de educação e formação está organizado de acordo com os princípios da subsidiariedade e da autonomia das instituições educativas (Decreto Interministerial n° 211, 2010). Segundo o *Decreto Interministeriale 211 del 7 ottobre 2010*, o Estado detém competência legislativa exclusiva para estabelecer as “regras gerais da educação” e definir os níveis essenciais de desempenho a serem garantidos em todo o território nacional. Além disso, o Estado determina os princípios fundamentais que cada Comunidade Autônoma deve assegurar para o exercício de suas competências específicas.

Para adentrarmos na análise documental, apresentamos, a seguir, um quadro conceitual de referência para o território italiano.

Compreensão italiana para os conceitos de “habilidade” e “competência”

De acordo com o documento acima referido, entende-se que:

Ao final do ensino secundário, o aluno deve possuir os conhecimentos disciplinares fundamentais e as metodologias típicas das Ciências Naturais, nomeadamente ciências da terra, química e biologia. Essas diferentes áreas

disciplinares se caracterizam por conceitos e métodos de investigação próprios, mas todas assentam seus objetivos na mesma estratégia: a investigação científica voltada para a dimensão da “observação e experimentação”.

A apropriação desse método e de seus domínios, juntamente com o domínio dos conteúdos disciplinares fundamentais, constitui a vertente formativa e orientadora do processo de ensino-aprendizagem das Ciências, segundo a normativa italiana. Este é o contributo específico que o conhecimento científico oferece como formação geral a todas as demais áreas do saber: “ferramentas culturais e metodológicas para uma compreensão aprofundada da realidade” (Decreto Interministerial n° 211, 2010, p.145).

Nesse contexto, a dimensão experimental — constitutiva destas disciplinas — deve contemplar algumas atividades experimentais particularmente significativas, a serem realizadas em laboratório, em sala de aula ou em atividades de campo, como exemplos de método específico das disciplinas, a serem privilegiados em detrimento de abordagens puramente teóricas ou mnemônicas.

“As etapas de um percurso de aprendizagem em Ciências não seguem uma lógica linear, mas sim recursiva” (Idem, p. 145). Assim, no ensino secundário, além da introdução de novos temas e tópicos, é possível explorar em maior profundidade conceitos já trabalhados em anos anteriores, introduzindo novas etapas interpretativas. Em termos metodológicos, “de uma abordagem inicial predominantemente fenomenológica e descritiva podemos passar para uma abordagem que centra a atenção nas leis, nos modelos, na formalização e nas relações entre os vários fatores de um mesmo fenômeno e entre fenômenos diferentes” (p.145). Ao final do curso, o aluno deverá ter desenvolvido as seguintes competências:

saber fazer ligações lógicas, reconhecer ou estabelecer relações, classificar, formular hipóteses com base nos dados fornecidos, tirar conclusões com base nos resultados obtidos e hipóteses verificadas, resolver situações-problema utilizando linguagens específicas, aplicar os conhecimentos adquiridos a situações da vida real, sendo também crítico e consciente das questões científicas e tecnológicas da sociedade atual. (p.145)

Conforme supracitado, o pensamento lógico-relacional, assim como capacidade de classificar, formular hipótese com base nos conhecimentos científicos e saber contextualizá-los em situações reais, são capacidades humanas da ordem das FMS, essenciais a serem desenvolvidas nas Ciências Naturais por meio de uma linguagem científica específica. Esta, por sua vez, concebe a Ciência como artefato mediador para tal desenvolvimento — como será demonstrado no tópico seguinte. Com base nesses artefatos mediacionais, o documento também apresenta uma concepção de ensino e aprendizagem que se aproxima da perspectiva defendida por Vigotski (2001), especialmente no que se refere à evolução do significado das palavras/conceitos. Segundo o documento, recomenda-se que a aprendizagem disciplinar siga “uma sequência inspirada em critérios de graduação, recursividade, ligação entre os vários temas e tópicos abordados, sinergia entre as disciplinas que compõem o curso de ciências” (p.145).

Igualmente, destaca-se a importância da “ligação com outras áreas disciplinares, em particular com a física e a matemática, sublinhando também as influências mútuas desenvolvidas ao longo do tempo entre os vários campos do pensamento e da cultura” (p.145). Tais aportes são considerados particularmente significativos para estes campos de estudo, uma vez que pressupõem um ensino que favoreça a gradual apropriação da linguagem científica. Para isso, o sistema conceitual é o mesmo; o que muda são os artefatos culturais inseridos na Atividade Mediada, os quais permitem que os significados evoluam — tanto dentro da própria área do conhecimento quanto nas relações interdisciplinares e intercomplementares. O tópico a seguir nos permitirá identificar essa proposta de evolução do primeiro para o segundo ciclo, em termos dos objetos do conhecimento.

Sistema conceitual Químico: objetivos específicos de aprendizagem

Primeiro ciclo

Nos dois primeiros anos, prevalece uma abordagem fenomenológica e observacional-descritiva. São introduzidas algumas atividades experimentais, como observações microscópicas, explorações geológicas de campo e observação de reações químicas fundamentais; com especial atenção à utilização de unidades de medida e aos critérios de coleta e registro de dados. Para as ciências da Terra, os conteúdos previamente desenvolvidos são completados e aprofundados, ampliando o quadro explicativo dos movimentos da Terra, com o estudo geomorfológico das

estruturas que compõem a superfície terrestre (rios, lagos, geleiras, mares, etc.). A Química e a Biologia são concebidas como complementares e, por essa razão, mantemos a mesma lógica e inserimos em nosso manuscrito ambas as descrições com base no documento italiano, conforme segue.

Para a biologia, os conteúdos referem-se à observação das características dos organismos vivos, com especial atenção à sua constituição fundamental (a célula) e às diferentes formas como se manifestam (biodiversidade). Para tanto, são utilizadas técnicas experimentais básicas na área biológica e observação microscópica. A variedade dos seres vivos e a complexidade de suas estruturas e funções introduzem o estudo da evolução e da sistemática, da genética mendeliana e das relações organismo-ambiente, com vistas à valorização e manutenção da biodiversidade.

O estudo da química inclui a observação e descrição de fenômenos e reações simples (seu reconhecimento e representação), com referência também a exemplos retirados da vida cotidiana; os estados de agregação da matéria e as transformações relacionadas; a classificação da matéria (misturas homogêneas e heterogêneas, substâncias simples e compostas) e as definições operacionais relacionadas; as leis fundamentais e o modelo atômico de Dalton, a fórmula química e seus significados, e uma primeira classificação dos elementos (sistema periódico de Mendeleev).

Sem prejuízo dos conteúdos de Ciências da Terra, que serão abordados na primeira aula e desenvolvidos de forma coordenada com os cursos de Geografia, os conteúdos indicados serão desenvolvidos pelos professores de acordo com os métodos e ordem considerados mais adequados à turma, ao contexto territorial, à fisionomia da escola e às escolhas metodológicas por eles feitas (p. 146).

Segundo ciclo

No segundo biênio, os conteúdos disciplinares são ampliados, consolidados e relacionados, introduzindo, de forma gradual mas sistemática, os conceitos, modelos e formalismos próprios das disciplinas em estudo, que permitem uma explicação mais aprofundada dos fenômenos.

Na *Biologia*, a ênfase é colocada sobretudo na complexidade dos sistemas e fenômenos biológicos, nas relações que se estabelecem entre os componentes desses sistemas e entre diferentes sistemas e na base molecular dos próprios fenômenos (estrutura e funções do DNA, síntese proteica, genética e seus códigos). O estudo aborda a forma e as funções dos organismos (microrganismos, plantas e animais, inclusive humanos), tratando de aspectos anômicos e fisiológicos, sobretudo, com especial atenção ao corpo humano e aos aspectos de educação em saúde.

Na *Química*, é introduzida a classificação dos principais compostos inorgânicos e a respectiva nomenclatura. São também abordados o estudo da estrutura da matéria e os fundamentos da relação entre estrutura e propriedades, os aspectos quantitativos das transformações, a teoria atômica, os modelos atômicos, o sistema periódico e as propriedades periódicas, as ligações químicas e a química orgânica básica. Os conteúdos indicados são desenvolvidos pelos docentes de acordo com os métodos e a ordem considerada mais adequada, conforme já estabelecido para os dois primeiros anos.

Considerando a Ciências da Terra são introduzidas dicas de mineralogia e petrologia, sobretudo em conexão com as realidades locais e de forma coordenada com a química e a física. E como sugerido em Química e Biologia, os conteúdos

indicados também são sugeridos pelos docentes de acordo com os métodos e pela ordem considerada mais adequada. (Idem, p.147)

O que se percebe é que, no primeiro ciclo do Ensino Médio ou secundário — seja ele de orientação clássica ou científica —, a Química inicia, nos dois primeiros anos, priorizando a observação e descrição de fenômenos, tanto em transformações envolvendo matérias e substâncias que constituem *misturas* quanto as *reações químicas* que ocorrem nessas transformações. Sugere-se, para isso, a ênfase no reconhecimento desses fenômenos em termos de propriedades e suas representações por meio de *modelos*, *fórmulas* e *equações químicas*.

Diante desses apontamentos e sugestões, foi possível elaborar e apresentar um esboço para o “sistema conceitual” químico. No que diz respeito ao conceito de reação química — a exemplo da oxidação de metais —, sugere-se estabelecer relações com o cotidiano, em diferentes contextos de aplicação prática (como o fenômeno da ferrugem). Outro exemplo para apropriação do significado de reação química é a combustão de hidrocarbonetos, como gasolina, etanol e gás de cozinha. Para ambas as reações de oxirredução, decidimos situá-las no plano das linhas paralelas ao Meridiano de Greenwich. Tal analogia, como sugere Vigotski (2001), refere-se ao sistema como um plano de coordenadas — latitude e longitude — que, comparado ao globo terrestre, apresenta pontos de convergência entre as linhas.

Assim, o conceito de *reação química* situado na linha paralela ao Meridiano de Greenwich, no sistema de contagem das horas, permite-nos expressar os diferentes tempos de ensino e aprendizagem para esse mesmo conceito fundamental, que pode ser apresentado no primeiro ciclo (para interpretar a ferrugem) e no segundo ciclo (para interpretar combustão), de forma recursiva e evolutiva, em termos dos significados atribuídos em cada etapa.

Já para a transformação em nível de *mistura*, a “solubilidade” se apresenta como o conceito de maior generalidade, em analogia à reação química, e também está associada em nosso sistema à lógica das linhas paralelas ao Meridiano. Para tal mediação, propomos trabalhar com a solubilidade de diferentes substâncias inorgânicas em água, apresentando aos estudantes do primeiro ciclo os compostos iônicos com suas fórmulas e propriedades. Posteriormente, retorna-se ao conceito de solubilidade envolvendo compostos moleculares, cujas propriedades se alteram em função do tipo de ligação entre seus átomos. No segundo ciclo, como recomenda o documento, é possível manter o mesmo sistema, porém com aprofundamento, considerando a classificação dos compostos orgânicos e inorgânicos segundo os fundamentos da estrutura da matéria, os modelos de ligação química e as propriedades qualitativas e quantitativas dessas duas formas distintas de transformação — as misturas e as reações químicas — que consituem dois conceitos-chave no ensino de Química.

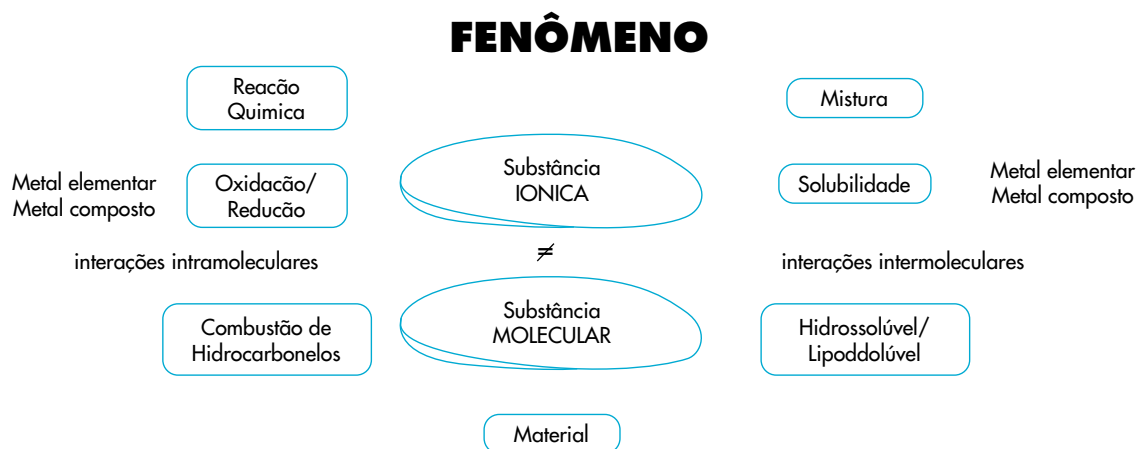
Seguindo nossa analogia de sistema conceitual, comparando-o ao plano das latitudes e longitudes, também sugerimos outros conceitos de maior generalidade

paralelos à Linha do Equador, a qual é orientada pelo eixo de rotação. Esse movimento, por sua vez, em nossa analogia com o sistema conceitual, atribui um grau de importância e recursividade ao conceito de substância química. Ou seja, na recursividade explicitada pelo nosso sistema, a centralidade é atribuída ao conceito de substância química (iônica, molecular ou atômica), como um conceito de maior generalidade, sendo o fundamento mental para a apropriação dos conceitos de reação química e mistura de substâncias químicas.

Os demais conceitos formam um sistema supraordenado, com conceitos como ligação química, afinidade química, solubilidade (hidrossolúvel ou lipossolúvel), interações

intermoleculares envolvidas nas soluções e interações intramoleculares decorrentes de reações de oxidação-redução, entre outros. De menor generalidade, mas não menos importantes, outros conceitos podem compor um segundo plano, sobreposto tridimensionalmente ao nosso modelo de sistema recursivo. É o caso de conceitos como: eletro-negatividade e eletropositividade, relacionados aos conceitos de íon ânion e íon cátion, bem como reatividade, volatilidade, espontaneidade e outros conceitos relacionados à mediação e apropriação de ideias como elétron, próton, átomo, elemento, molécula, orbital, ácido, base, metal, ametal, gás nobre, entalpia, etc.

Figura 1 – Resultado da Análise Documental: Sistema Conceitual supra ordenado para o Ensino de Química básica



Fonte: elaboração própria.

Sistema Conceitual Químico compondo um Sistema de Atividade

Aqui, queremos compor um modo de interpretar o sistema conceitual em contexto de ensino, o qual, quando posto em ação e operação, com a mediação cultural por signos e instrumentos, desencadeia uma forma evolutiva de conceber a Ciência — e o humano — em processo de aprendizagem.

Para Cole, (2004), Karl Marx já pretendia reordenar a separação ontológica entre humanos e artefatos como forma de substituir a dicotomia entre o material e o ideal. Concordando com a interpretação de Bernstein (1971), o autor assegura que “o objeto ou produto gerado não é algo meramente externo e independente à natureza daquele que o produz, mas constitui a Atividade do produtor na forma objetivada ou congelada” (p. 125). A

realidade objetiva existe independente do humano, contudo, a atividade — como prática humana sobre a natureza — emerge como meio e resultado do pensamento humano. Sendo assim, é no território das práticas culturais humanas que os artefatos são criados e utilizados; ou seja, o sujeito, ao agir sobre o objeto, o transforma e transforma-se a si mesmo dialeticamente.

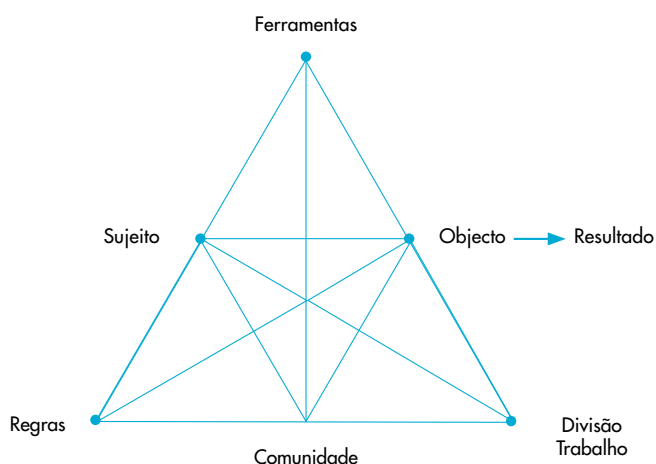
Esse é, sem dúvida, o método dialético que a THC importa fortemente do materialismo — e tem orientado nossas interpretações acerca do sistema conceitual científico, como objeto que constitui capacidades humanas e, na mesma medida, é reconstruído e transformado ao longo dos anos. Mas qual é o “meio” mais favorável para que esses artefatos culturais, legitimados como Ciência ou conhecimento científico possam ser “transmitidos” às novas gerações? O sentido de transmissão cultural é aqui concebido como produção de significados e sentidos, com vistas a uma vida mediada pela Ciência e capaz de alfabetizar cientificamente a sociedade.

Partimos do pressuposto de que o meio mediacional, segundo a Teoria da Atividade — iniciada pela geração de psicólogos como Vigotski e Leontiev —, ganhou novos adeptos e debatedores que, posteriormente, explicitam com ainda mais detalhes essas ideias presentes em Marx e Hengel. Tais bases sustentaram a construção da primeira geração vigotskiana e foram ampliadas pela Teoria da Atividade proposta por Leontiev e seus contemporâneos. Partindo desse arcabouço teórico, buscamos interpretar tanto os sistemas de ensino quanto os sistemas conceituais científicos, que constituem as chamadas disciplinas formais do currículo escolar.

Para Engeström (1993, p. 67) citado por Cole (2004),

um sistema de atividade integra o sujeito, o objeto e as ferramentas (ferramentas materiais, mas também sinais e símbolos). Um sistema de atividade incorpora tanto o aspecto da comunicação orientada à objetos quanto o aspecto da comunicação à pessoa de comportamento humano. Produção e comunicação são inseparáveis. Na realidade, um sistema de atividade humana contém sempre os subsistemas de produção, distribuição, troca e consumo. (p. 127)

Figura 2 – Triângulo de mediação segundo Engeström



Fonte: Engeström (1987) citado em Cole (2004, p.127).

Nessa concepção, da Teoria da Atividade (TA) e da Teoria dos Sistemas de Atividade (TSA) como território mediacional, expande-se a noção de mediação dos primeiros psicólogos histórico-culturais. Ou seja, outros elementos passam a compor o triângulo da mediação de Vigotski (2001).

Conforme a figura acima, os artefatos mediacionais da “Atividade Mediada” constituem uma teia de relações objetivas que envolvem os sujeitos de uma determinada comunidade com os objetos/assuntos comuns a essa comunidade, bem como as relações entre os próprios sujeitos, mediados por esses e outros elementos, como as regras e a divisão do trabalho. Contudo, existe sempre uma relação específica, detalhada e interpretável entre os sujeitos que compartilham um mesmo objeto, como é o caso do Sistema Conceitual da Ciência Química, cuja comunidade de educadores e pesquisadores compartilha saberes, práticas e sentidos.

Segundo a TSA, entro de uma mesma comunidade, existem regras, normas e convenções explícitas que legitimam as ações dentro desse sistema de atividades, e cujas ações convergem para um objeto comum. É justamente esse objeto comum da comunidade de Educação Química que pretendemos discutir ao propor o Sistema Conceitual apresentado no tópico anterior. Reiteramos que os conceitos científicos que compõem esse sistema, enquanto elementos de mediação, não existem isoladamente. Por se tratarem de conceitos científicos básicos, segundo o critério de maior generalidade em relação a outros conceitos do sistema, são constantemente construídos, renovados e transformados como resultado e causa da Atividade Humana. Um exemplo claro disso é a própria evolução dos modelos atômicos ao longo da história do conhecimento químico. Para melhor conceber no que consiste esse sistema, partimos do sistema conceitual interpretado com base no Decreto italiano, que

nos permitiu construir o *Sistema conceitual supra ordenado para Química Básica*, em que substância é o conceito de maior generalidade e, que é significado e ressignificado na relação com os conceitos de mistura e reação química, conforme Figura 1.

O Sistema Conceitual Químico (Figura 1), segundo a TA, quando apresentado sistematicamente a uma determinada turma ou classe escolar por meio de um contexto fenomenológico compartilhado, torna-se um Sistema de Atividade. Esse, por sua vez, envolve um complexo conjunto de artefatos mediacionais e signos auxiliares que, em relação dialética, mobilizam uma comunidade, com regras, divisão do trabalho, sujeitos-professores e sujeitos-estudantes, a interpretar um objeto comum em um dado contexto. Um exemplo desse objeto pode ser a reação de oxidação do ferro (substância elementar presente em superfícies metálicas), que, na relação dialógica entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, é interpretada à luz de outros conceitos científicos mediadores, como: a equação química que representa as substâncias elementares e em solução; a natureza e composição química dessas substâncias; e suas propriedades antes e depois da transformação. Esse é apenas um dos diversos subsistemas — “o subsistema associado às relações existem na relação com os demais elementos do sistema” (Cole, p. 127).

Em um sistema de Atividade, a ênfase desloca-se para o caráter dialético das relações que constituem a experiência humana, ainda insuficientemente compreendido no contexto real das salas de aula. Ao suprimir o contexto fenomenológico e suas mediações culturais no ensino de Ciências, esvazia-se o sentido e o significado dos conceitos para os estudantes. Segundo Cole (2004), é por meio do contexto cultural, entendido como território da Atividade envolvendo sujeitos em torno de

objetos comuns, que ocorre uma mudança nas fronteiras entre os processos cognitivos e o ambiente — estendendo-se à mente, ao corpo e à própria Atividade. Essa perspectiva já vem sendo compreendida por alguns autores como cognição distribuída (p.128).

Ainda segundo Cole (2004), a cognição distribuída resulta de uma interação interpessoal situada num contexto de Atividade Comum, e concebe a cultura como um sistema de artefatos culturais mediadores. Como desdobramento, reconhece-se o poder das instituições sociais, como a escola, e o papel do ensino dos conceitos científicos como meio de desenvolvimento das FMS e potencial agente de transformação social. O autor também argumenta que o contexto deve ser considerado como unidade básica de análise, algo descon siderado pelas dinâmicas de testes que medem o QI. Com base nisso, ousamos estender a crítica aos exames universais padronizados, como os testes PISA, que medem o conhecimento de crianças em determinadas áreas sem considerar as dinâmicas mediacionais reais da aprendizagem — o que, a nosso ver, merece ser seriamente questionado.

Afinal, é o contexto que revela o que pode ou não interligar os sujeitos em torno de objetos comuns, “tanto com o polo macro da sociedade e suas instituições, quanto com o nível micro dos pensamentos e ações humanas individuais” (Cole, 2004, p. 129). Assim, a mediação cultural implica uma forma de mudança evolutiva que religa passado e futuro — sem prescrever métodos, mas instaurando sentidos. É por meio da cultura do conhecimento científico, escolar e universitário, que podemos criar condições concretas para o desenvolvimento humano e apostar que a Educação em Ciências possa ocorrer sob novas bases teóricas, gerando novos motivos, ações e operações, como propõem a TA e a TSA.

Considerações finais

Não importa se o currículo normativo se apresenta como um decreto estruturado em objetivos de aprendizagem e conteúdos mínimos, ou se adota uma organização por competências e habilidades — como nos documentos curriculares brasileiros mais recentes (Ministério da Educação, 2018). O que realmente qualifica uma boa atividade docente é a concepção de Ciência, ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano (Umpierre, 2022).

Afinal, o que se busca ao apresentar aos estudantes um objeto de conhecimento historicamente legitimado? Queremos alfabetizar cientificamente a sociedade para o exercício de uma vida consciente — social, cultural e tecnocientífica — em linha com os princípios da Educação Científica (Santos, 2011). Mesmo que esse sentido político e ideológico nem sempre esteja declarado, não se pode abrir mão do ensino intencional e sistemático como motor do desenvolvimento humano (Young, 2007) especialmente no que tange às Funções Mentais Superiores (Vigotski, 2001).

Com isso, defendemos o desenvolvimento de competências humanas num plano ampliado e contextualizado, como propõe a Teoria Histórico-Cultural, resultado do ensino de conceitos científicos organizados em sistemas interligados. A via para esse desenvolvimento é o contexto cultural, entendido como um sistema de atividade comum, em que o docente mobiliza habilidades específicas para pôr em discussão um objeto conceitual, interpretado a partir de um fenômeno. Esse fenômeno, por sua vez, transita do plano empírico para o plano conceitual e representacional como vimos no documento italiano. Por meio desse modo de desenvolvimento da Ciência é o sistema conceitual concebido e apresentado como um sistema de atividade comum entre os sujeitos de determinado nível de ensino, que constitui a Educação científica esperada e almejada às novas gerações.

E portanto, desenvolver competências pressupõe pensar em objetivos de aprendizagem que podem dar significado às ações cotidianas e cujo, meio para tal, nada mais é que um conjunto de habilidades específicas recorrentes inseridas num Sistema de Atividade. Espera-se que esse, por sua vez, considere o contexto fenomenológico teórico ou o contexto fenomenológico do cotidiano como situação-problema local ou global acerca dos quais os sujeitos se entendem mediados pelos signos e instrumentos (artefatos) de cada comunidade/área de conhecimento. O contexto sobre o qual a Atividade Docente permite a cognição distribuída eleva o sentido da habilidade como um meio ou condição de indicar a funcionalidade mental e prática do que fazer com determinado conceito, símbolo ou representação (equação química). A exemplo da oxidação de metais ou reações de oxidações, devo ensiná-la por que? Para interpretar fenômenos, propor soluções e desenvolver a mente dos sujeitos de determi-

nada comunidade que pensam coletivamente acerca de tal transformação. Esse é um bom caminho a ser perseguido pela comunidade de Ensino de Ciências!

O que fica na lembrança do estudante, não é o significado dicionarizado das palavras, mas o seu sentido e o que isso pode provocar na mente humana em termos de ação e operação como prevê a Teoria da Atividade e a Teoria dos Sistemas de Atividade. Por isso, reconhecemos que sim, é mantido o foco no desenvolvimento de competências básicas, contudo com ênfase num sistema de conceitos interligados entre si como um sistema e mediados pelos artefatos do contexto tecno-sociocultural mais próximos da vida dos estudantes. Afinal, não esperamos encontrar em normativas curriculares um conjunto de habilidades como forma de prescrição do que fazer com cada conceito isolado, mas que sinalize 'o lugar' que os objetos da ciência devem ocupar no mundo dos artefatos culturais, para a formação humana segundo as contribuições das Ciências da Natureza.

Para tal desafio, se os professores conceberem a Ciência como um sistema cujo significado dos conceitos evoluem, e não como conceitos isolados igual ervilhas num saco, independente do que seja apresentado como normativa, o ensino será contextualizado por fenômenos do campo disciplinar, mas com potencial às ações interdisciplinares e intercomplementares com outras áreas e fenômenos. Nessa perspectiva, certamente o ensino de conceitos científicos resultará em competências humanas no sentido de FMS. Este é, sem dúvida, um objetivo importante a ser defendido pela Educação Científica a ser perseguido tanto pelos gestores quanto pelos professores e pesquisadores da área de ensino. E competência é o resultado desse desenvolvimento institucional e do seu ensino por meio da Atividade mediada.

Referências

- Cole, M. (2004). *Psicologia culturale: Uma disciplina del passato e del futuro* (M. B. Ligorio, Ed.). Edizione Carlo Amore.
- Decreto Interministeriale 211 de 7 de outubro de 2010. (2010). *Il sistema di istruzione*. <https://www.miur.gov.it/web/guest/il-sistema-di-istruzione>
- Leontiev, A. N. (2012). Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In L. S. Vigotski, A. R. Luria & A. N. Leontiev, *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (M. da P. Vilalobos, Trad., 12ª ed., pp. 59–84). Ícone.
- Libâneo, J. C. (2014). Internacionalização das políticas educacionais: Elementos para uma análise pedagógica de orientações curriculares para o ensino fundamental e de propostas para a escola pública. In M. A. da Silva & C. da Cunha (Orgs.), *Educação básica: Políticas, avanços, pendências*. Autores Associados.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (1986). Métodos de coleta de dados: Observação, entrevista e análise documental. In M. Lüdke & M. E. D. A. André, *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas* (pp. 25–44). EPU.
- Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_Ensino-Medio_embaixa_site_110518.pdf
- Perrenoud, P. (2000, setembro). Construindo competências. *Nova Escola Online*, 19–31. https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html
- Ritter, J. (2015). *Processos de recontextualização das compreensões da educação para o século XXI em políticas públicas e práticas educacionais: Sentidos e significados para a formação de competências* [Tesis de doctorado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí].
- Ritter, J. (2017). *Recontextualização de políticas públicas em práticas educacionais: Novos sentidos para a formação de competências básicas* (1ª ed.). Appris.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: Desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 21–48). Editora da Universidade de Brasília.
- Souza, T. B. G., Monteiro, L. & Ritter, J. (2020). A situação de estudo: Significados e sentidos produzidos no contexto escolar. In J. Ritter & O. Maldaner (Orgs.), *Situação de estudo em práticas diversificadas* (pp. 41–60). Ed. Unijuí.
- Souza, T. B. G. (2020). *Produção curricular: Decisões e significados para práticas interdisciplinares e coletivas* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG].

- Umpierre, A. B. (2022). *A Teoria da Atividade como fundamento do desenvolvimento da formação docente na prática do ensino de Física* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG].
- UNESCO. (1990). *World Declaration on Education for All and the Framework for Action to Meet Basic Learning Needs*. Jomtien, Tailândia.
- UNESCO. (2000). *O marco de ação de Dakar: Educação para todos – Cumprindo nossos compromissos coletivos*. Fórum Mundial de Educação, Dakar, Senegal. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000121147>
- Vigotski, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem* (P. Bezerra, Trad.). Martins Fontes.
- Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente* (4ª ed., Grupo de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos – Departamento de Ciências Biomédicas USP, Trad.). Martins Fontes.
- Young, M. (2007). Para que servem as escolas? *Educação e Sociedade*, 28(101), 1287–1302. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302007000400009>



Dimensión política de la educación en ciencias en función del capital contracultural

- The Political Dimension of Science Education in Terms of Countercultural Capital
- Dimensão política da educação em ciências em função do capital contracultural

Forma de citar este artículo:

Candela, B. F. (2025). Dimensión política de la educación en ciencias en función del capital contracultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 257 - 273. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22350>

Resumen

Este artículo analiza los marcos teóricos de una educación en ciencias emancipadora que desafía las estructuras neoliberales hegemónicas. Se expone cómo el currículo de ciencias en Colombia fue influenciado en las décadas de 1960 y 1970 por Estados Unidos, y más recientemente por organismos multilaterales como la OCDE, basándose en principios neoliberales y de globalización como la competencia, el consumo, el individualismo y la estandarización. En este contexto, la educación en ciencias convencional, sustentada en marcos curriculares tradicionales, tiende a ser apolítica, descontextualizada y carente de valores. Esto afecta la subjetividad de profesores y estudiantes, moldeándolos con un capital cultural hegemónico que los convierte en agentes simbólicos para mantener el sistema neoliberal. Por ello, se argumenta que esta educación ha contribuido al aumento de desigualdades, discriminación y deterioro ambiental. Frente a esta realidad, surge la necesidad de que la educación en ciencias visibilice y active sus dimensiones políticas, sociales, culturales y ambientales. El objetivo es que los jóvenes construyan un capital contracultural científico basado en el razonamiento sociocientífico y socioambiental, así como en el pensamiento crítico y eco-reflexivo. En definitiva, esta educación requiere una transformación hacia enfoques interdisciplinarios y posthumanistas que capaciten a profesores y estudiantes para participar social y comunitariamente en la identificación y solución de problemas generados por las tecnociencias en la sociedad del riesgo.

Palabras clave

enseñanza de las ciencias; formación política; identidad cultural; educación ciudadana; enfoque interdisciplinario; desarrollo sostenible

Boris Fernando Candela*  

* Magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias. Docente Facultad de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle. Colombia, Cali.
boris.candela@correounivalle.edu.co

Artículo de ensayo

Fecha de recepción: 11/11/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This reflective article analyses theoretical frameworks supporting an emancipatory science education that challenges hegemonic neoliberal structures. It outlines how Colombia's science curriculum was influenced during the 1960s and 1970s by the United States, and more recently by multilateral organisations such as the OECD, grounded in neoliberal and globalisation principles such as competition, consumerism, individualism, and standardisation. In this context, conventional science education, rooted in traditional curricular frameworks, tends to be apolitical, decontextualised, and devoid of values. This has consequences for the subjectivity of teachers and students, shaping them through hegemonic cultural capital into symbolic agents who sustain the neoliberal system. As a result, it is argued that such education contributes to increased inequality, discrimination, and environmental degradation. In response to this reality, the article calls for science education to make its political, social, cultural, and environmental dimensions visible and active. The aim is for young people to build countercultural scientific capital grounded in socio-scientific and socio-environmental reasoning, as well as in critical and eco-reflexive thinking. Ultimately, this kind of education requires a transformation toward interdisciplinary and posthumanist approaches that empower teachers and students to engage socially and collectively in identifying and addressing problems generated by technoscience in the risk society.

Keywords

science education; political education; cultural identity; civic education, interdisciplinary approach; sustainable development

Resumo

Este artigo de reflexão analisa os marcos teóricos de uma educação em ciências emancipadora que desafia as estruturas hegemônicas do neoliberalismo. Aponta-se como o currículo de ciências na Colômbia foi influenciado, nas décadas de 1960 e 1970, pelos Estados Unidos e, mais recentemente, por organismos multilaterais como a OCDE, com base em princípios neoliberais e de globalização como a competitividade, o consumo, o individualismo e a padronização. Nesse contexto, a educação científica convencional, sustentada por referenciais curriculares tradicionais, tende a ser apolítica, descontextualizada e desprovida de valores. Essa abordagem impacta a subjetividade de professores e estudantes, moldando-os com capital cultural hegemônico, tornando-os agentes simbólicos de sustentação do sistema neoliberal. Assim, argumenta-se que tal modelo educativo tem contribuído para o aumento das desigualdades, da discriminação e da degradação ambiental. Diante dessa realidade, surge a necessidade de que a educação em ciências visibilize e ative suas dimensões políticas, sociais, culturais e ambientais. O objetivo é que os jovens construam um capital científico contracultural, fundamentado no raciocínio sociocientífico e socioambiental, bem como no pensamento crítico e eco-reflexivo. Em suma, essa educação exige uma transformação rumo a enfoques interdisciplinares e pós-humanistas que capacitem professores e estudantes a participar social e comunitariamente na identificação e solução de problemas gerados pelas tecnociências na sociedade do risco.

Palavras-chave

ensino de ciências; formação política; identidade cultural; educação cidadã; abordagem interdisciplinar; desenvolvimento sustentável

Introducción

El progreso de las ciencias y las tecnologías en el contexto de los países desarrollados ha dado lugar a una visión del mundo modernista y postmodernista, caracterizada por sostener y escalar el ciclo de producción y consumo con el fin de beneficiar a las transnacionales, a expensas del aumento de las desigualdades sociales y del deterioro de los recursos naturales (Hodson, 2003). Este ciclo ha sido impulsado por el desarrollo de las tecnociencias en ámbitos como la ingeniería genética, la industria farmacéutica, los agroquímicos, la industria petrolera y las comunicaciones, entre otros.

Si bien estos avances tecnocientíficos permiten abordar problemáticas en diversos contextos sociales, también han generado problemas complejos a nivel global, como el calentamiento global, la degradación del suelo, los desastres nucleares, las epidemias y hambrunas. Estas situaciones han provocado en la población sentimientos de incertidumbre, ansiedad y miedo. Por ello, se sostiene que actualmente vivimos en una sociedad marcada por el riesgo, la ambigüedad, la incertidumbre y la volatilidad (Beck, 1992).

Así, la sociedad del riesgo en la actualidad está influenciada por la globalización y el neoliberalismo, cuyos principios se sustentan en la competitividad, la individualización, la estandarización, la privatización de las empresas públicas y la desregulación del funcionamiento corporativo (Arnove, 2014; Martínez y Parga, 2013). Esta visión tiene como propósito central mantener el *statu quo* de las clases hegemónicas, que buscan conservar sus privilegios a través del poder material y simbólico. Por supuesto, esta perspectiva hegemónica ha excluido de las prácticas dominantes en la producción de ciencia a grupos marginados, como mujeres, minorías raciales y étnicas, y la clase trabajadora (Hodson, 2011).

Candela y Viafara (2025) sostienen que la educación en general, y la enseñanza de las ciencias convencionales en particular, ha servido, desde su masificación, al desarrollo económico y al mantenimiento del *statu quo* en las sociedades neoliberales. Por ello, el autor de este artículo considera pertinente cuestionar los principios que sustentan la educación en ciencias convencional, y reflexionar sobre las estrategias pedagógicas que mejor medien la transformación de las subjetividades de profesores y jóvenes ciudadanos hacia posturas emancipadoras. Esta reflexión se articula en torno a la siguiente pregunta: ¿Cómo puede la educación en ciencias, fundamentada en enfoques críticos y emancipadores, desafiar las estructuras hegemónicas del neoliberalismo y fomentar la construcción de un capital contracultural en los jóvenes ciudadanos y profesores de ciencias?

Deconstruyendo la educación en ciencias convencional hacia una de carácter emancipador

La hegemonía neoliberal ha sido sostenida y fundamentada, ya sea de manera latente o manifiesta, por una escuela y un aula de ciencias convencionales (Tafoya, 2012). En efecto, los currículos a nivel macro, meso y micro están basados en enfoques monodisciplinarios y pedagógicos cuyo propósito central es la reproducción social de la cultura dominante y la generación de la necesidad del consumo de bienes y servicios de forma exagerada (Hoeg y Bencze, 2014; Lopes y Macedo, 2011; Rezendey Ostermann, 2020). Por lo tanto, la educación en ciencias en el contexto neoliberal se ha caracterizado por imponer el poder simbólico que subyace a los productos y procesos científicos, tal como se plantea en las visiones I y II de la Alfabetización Científica (Roberts, 2007).

Por tanto, la educación en ciencias, bajo la perspectiva de la Visión I, conduce a los estudiantes a una apropiación acrítica y estandarizada de los contenidos del currículo científico. En contraste, la Visión II les permite utilizar de manera intencional el conocimiento científico para comprender los fenómenos naturales cotidianos. En este sentido, la educación basada en ambas visiones tiene como propósito ayudar a los estudiantes a construir un capital cultural científico occidental y establecerlo como una cultura hegemónica (Etzkowitz, 2003). Este consumismo disciplinar se fundamenta en la visión del mundo promovida por las organizaciones supranacionales y los Estados-nación con mayor poder material y simbólico, quienes consideran que la apropiación acrítica de las ciencias, las matemáticas, la ingeniería y las tecnologías es el único camino para alcanzar la movilidad social deseada y la competitividad económica (Bazzul, 2012; Dos Santos, 2009).

Las expectativas curriculares de las Visiones I y II están alineadas con intereses hegemónicos de carácter económico, político y cultural (Carter, 2005; Dos Santos, 2009). Estos intereses orientan las políticas económicas y educativas que promueven el sostenimiento y la expansión de la globalización capitalista y la ideología neoliberal.

Desde luego, al capital cultural científico fundamentado en la Visión I y II lo subyace una ideología neoliberal y conservadora que también es apropiada de forma inconsciente por los sujetos por medio de procesos de subjetivación. En este sentido, este capital cultural y social configuran la subjetividad de los sujetos. Esta determina la visión de mundo que ellos poseen, y a la vez fundamenta sus pensamientos, creencias, valores, percepciones, que determinan el conjunto de acciones sociales y políticas como ciudadanos de determinado territorio (Jódar y Gómez, 2007).

En consecuencia, Hoeg y Bencze (2014) argumentan que la educación en ciencias convencional y apolítica, impuesta por los países desarrollados a naciones con bajo poder económico y político, tiene como propósito la formación de analizadores simbólicos. Estos son sujetos provenientes de minorías que, gracias a la educación, han logrado apropiarse del capital cultural y social que caracteriza a las clases dominantes. El analizador simbólico, por su parte, consciente o inconscientemente pone su capital cultural hegemónico al servicio de las multinacionales, con el objetivo de construir estrategias e instrumentos epistémicos encaminados a fortalecer el ciclo de producción y consumo sin cuestionar las estructuras de poder existentes. Muchos de ellos, se encargan de gestionar el poder simbólico materializado en el discurso, con la intención de impregnar en las minorías sociales, étnicas y raciales los principios de la ideología neoliberal caracterizados por la competitividad económica y el libre comercio (Bazzul, 2012; Krishna, 2014).

Por otro lado, Bazzul (2012) argumenta que fue hasta 2012 cuando los estudiosos de la educación en ciencias comenzaron a destacar en la investigación los efectos negativos de la globalización capitalista y su ideología neoliberal en

la sociedad del riesgo (Bencze y Carter, 2011). Estos efectos se manifiestan a nivel social, cultural, ambiental, científico, político y económico. El foco de indagación se ha centrado en cuestionar críticamente la educación en ciencias convencional, a menudo considerada descontextualizada y apolítica. Esta educación, tradicionalmente, se ha enfocado en la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos naturales, con el objetivo de utilizar conscientemente este capital cultural científico para interpretar y resolver problemas cotidianos (Candela, 2024).

En este sentido, el autor de este manuscrito argumenta que la escuela en general y el aula de ciencias en particular son instituciones sociales que median el desarrollo de una subjetivación influenciada por los principios de la globalización capitalista y la ideología neoliberal (Arnové, 2014; Bazzul, 2012). Estas instituciones a través de los currículos a nivel macro, meso y micro infunden un discurso que contribuye a moldear la subjetividad de los individuos, fundamentada en el neoliberalismo y el neoconservadurismo. Esta subjetividad tiene como objetivo formar un ciudadano conocido como *Homo oeconomicus* o “hombre empresa”, un sujeto económicamente activo que dirige su interés y recursos hacia el consumo de todo tipo de bienes y servicios (Foucault, 2008; Jódar y Gómez, 2007). Por esta razón, se le considera un inversor, innovador y emprendedor (Carter, 2005).

Por tanto, la educación en ciencias, cuyas metas curriculares están centradas en lograr la alfabetización científica de visión I y II, está contribuyendo a aumentar las inequidades sociales, las discriminaciones y los campos de opresión, como el género, la raza, la clase y la etnia (Aikenhead y Elliot, 2010; Monteiro *et al.*, 2019; Santos, 2007). Este tipo de currículo de ciencias tiene como propósito promover procesos de subjetivación hegemónicos y co-

lonialistas, con el fin de que los ciudadanos alcancen un capital cultural que fortalezca el ciclo de producción y consumo para que su Estado-nación logre una competitividad económica. Así, la competencia se convierte en el fundamento de una democracia neoliberal donde el consumo se presenta como la nueva forma de participación democrática, dado que consumir implica una amplia “libertad” para elegir los bienes y servicios a adquirir (Carter, 2005).

En este sentido, el autor de este manuscrito ha evidenciado la urgente necesidad de diseñar e implementar una educación en ciencias orientada hacia la acción social y política que ayude a tensionar las subjetividades de los sujetos. Esta educación debe abarcar no solo los niveles de la primera infancia, primaria y secundaria, sino también los programas de formación y desarrollo profesional docente (Candela, 2025). Estos últimos tienen que ofrecer a los profesores en formación y en ejercicio la oportunidad de cuestionar la subjetividad marcada por el neoliberalismo con la que llegan a los cursos de formación para aprender a enseñar ciencias, una subjetividad que han construido ya sea de forma consciente o inconsciente, en relación con su identidad (Rezende y Ostermann, 2015).

Por ejemplo, los profesores deben llevar a cabo una reflexión crítica sobre la creencia de que la competencia es el motor del desarrollo de las ciencias, afirmación que se presenta con frecuencia en los materiales curriculares y en las prácticas educativas (Candela y Viafara, 2025). Además, es fundamental que comprendan y cuestionen los principios de la competencia y el individualismo, dado que estos son promovidos por una gubernamentalidad cuyo objetivo es beneficiar a las multinacionales, lo que a su vez aumenta las desigualdades sociales y deteriora el medio ambiente (Foucault, 2008). Cuestionar estos principios en el aula de

ciencias permitiría repolitizar y rehistorizar el currículo de las ciencias con el fin de desafiar el *statu quo* de las sociedades hegemónicas.

Por esta razón, el autor de este manuscrito argumenta que los programas de educación pueden ayudar a los profesores a desarrollar una subjetividad crítica que fundamenta el diseño e implementación de propuestas de enseñanza emancipadoras (Bencze y Carter, 2011). Estas propuestas tienen como expectativa curricular central permitir que los jóvenes ciudadanos comiencen a construir un capital contracultural fundamentado en una subjetividad emancipadora que agenciarían la transformación social y el desarrollo sostenible (Hoeg y Bencze, 2014; Rezende y Ostermann, 2020; Santos, 2007).

De hecho, los jóvenes que han internalizado una subjetividad basada en un capital contracultural estarán capacitados para identificar y resolver problemas socioambientales y sociocientíficos derivados del desarrollo de las tecnociencias (Beck, 1992; Hoeg y Bencze, 2014; Jodar y Gómez, 2007). Esta perspectiva se fundamenta en valores altruistas y biocéntricos, que les permiten considerar que el mundo trasciende lo humano. Se configura como un sistema complejo donde interactúan seres humanos, entidades no humanas y objetos materiales, cuyas relaciones equilibradas determinan la supervivencia del planeta (Hoeg y Bencze, 2014; Jeon *et al.*, 2021; Jensen y Wright, 2015).

Desde luego, el capital contracultural no desdeña el conocimiento de las ciencias naturales y sociales-humanas proveniente de occidente, sino que lo pone a interaccionar sinérgicamente con los diversos conocimientos experienciales provenientes de los grupos minoritarios (Molina-Andrade, 2017).

Colonialismo curricular: la reproducción de la hegemonía neoliberal en la educación en ciencias

Desde el siglo XIX, los Estados-nación de origen europeo y norteamericano han impuesto la cultura científica de Occidente a los países del Globo Sur (Escobar y Escobar, 1998). Esta relación de dominación tiene como objetivo sostener y escalar la globalización capitalista junto con su ideología neoliberal (Cassiani, 2018; Dale, 2004; Zadjia, 2015). Dicha imposición se manifiesta a través de una colonización curricular, caracterizada por la transferencia unilateral y vertical de los currículos de ciencias y tecnologías, fundamentados en una serie de principios neoliberales y neoconservadores (Arnove, 2014; Bazzul, 2012; Carter, 2005; Dale, 2004; Lopes, 2013). Estos principios orientan el diseño e implementación del macrocurrículo estatal en los diferentes países colonizados educativamente.

Por tanto, la escuela y el aula de ciencias, en términos generales en el Sur Global y de manera particular en Colombia, se han convertido en instituciones sociales cuyo propósito es reproducir, mediante las prácticas pedagógicas y el discurso, la cultura científica y tecnológica de Occidente (Davies y Guppy, 1997; Molina-Andrade, 2017; Monteiro *et al.*, 2019). Este proceso contribuye a la

subjetivación de los jóvenes ciudadanos, entendida como la mediación en la apropiación de las normas, valores y percepciones de la sociedad hegemónica, así como en la resistencia a ellas. Por supuesto, la cultura científica del Norte Global se caracteriza por estar impregnada de principios neoliberales como el individualismo, la competencia, la estandarización, la homogenización y la reificación (Dos Santos, 2009).

Así pues, Giroux (1986), Carter (2005) y Lopes y Macedo (2011) argumentan que esta reproducción cultural se alcanza a través del macro, meso y microcurrículo de las ciencias, el cual imponen a las minorías un tipo de conocimiento que favorece a las élites y perpetúa las desigualdades sociales y ambientales. Por lo tanto, la educación en ciencias se convierte en un medio para internalizar una subjetividad específica que responde a las demandas del mercado (Blasco y Rodríguez, 2002). En este contexto, la escuela y el aula de ciencias, como instituciones sociales, tienen la finalidad de contribuir a la construcción de una subjetividad marcada por el concepto de *homo economicus* o “hombre empresa”.

Detrás de la colonización curricular de la educación en ciencias en Colombia subyace un interés neoliberal por mantener y expandir la globalización económica y cultural (Zajda, 2015). Para ello, se han desarrollado mecanismos de control, como las pruebas estandarizadas, que vigilan, regulan y sancionan a escuelas, administradores educativos, profesores y estudiantes que no alcanzan las metas de aprendizaje en ciencias, matemáticas y lenguaje establecidas en los currículos homogeneizados (Rezende y Ostermann, 2015). Estas pruebas miden el nivel de conocimiento internalizado por los estudiantes, lo que los lleva a verse a sí mismos como consumidores de productos terminados, en lugar de constructores y críticos del conocimiento sociocientífico escolar y experiencial.

Por otro lado, el autor de este manuscrito argumenta que, la escuela y el aula de ciencias, como campos sociales, son escenarios cuyas lógicas no solo están determinadas por el mercado laboral, sino también por los aspectos políticos, culturales e ideológicos de la sociedad. De ahí que se argumente que en estos escenarios coexisten relaciones de dominación con relaciones de resistencia (Foucault, 2008). Por este tipo de relaciones se deduce que el acto educativo en el marco del currículo de las ciencias es inminentemente político (Hodson, 2003).

Este carácter político de la educación en ciencias sugiere que el diseño e implementación de las propuestas de enseñanza en estas disciplinas debe ser un campo social e intersticial. En este espacio, deben dialogar de forma sinérgica el conocimiento científico y social-humano eurocéntrico con los conocimientos experienciales que identifican a las comunidades (Molina-Andrade, 2017). Es por lo que los eruditos en la investigación sobre la enseñanza de las ciencias en la última década argumentan que la educación en ciencias no solo tiene como meta curricular la apropiación del capital cultural científico, sino también un capital contracultural configurado por los sistemas de conocimiento eurocéntricos y los diversos conocimientos experienciales que identifican a las comunidades (Rezende y Ostermann, 2020; Uribe y Mosquera, 2015). Este capital no solo les ayudará a comprender fenómenos naturales a nivel universal, sino que también les permitirá actuar éticamente en el mundo natural y sociopolítico que configura su territorio.

El capital contracultural apropiado por los jóvenes ciudadanos fundamenta su identidad como sujetos políticos y activistas sociales. En este sentido, estos jóvenes han logrado desarrollar un sistema de conocimientos y creencias fundamentado en valores altruistas

y biocéntricos. Esto les permite participar social y comunitariamente como ciudadanos que se resisten a las relaciones de poder y opresión. Para esto, constantemente monitorean y evalúan los impactos científicos, sociales, ambientales y culturales que generan los desarrollos de las tecnociencias. Desde luego, este proceso de reflexión crítica les brinda la posibilidad de develar y denunciar públicamente las prácticas egoístas, corruptas y lucrativas que hay detrás de las acciones sociopolíticas provenientes de la relación entre las ciencias, el gobierno y las corporaciones (Candela y Viafara, 2025).

Con el propósito de agenciar la apropiación de un capital contracultural en los jóvenes ciudadanos, el autor de este documento argumenta que en Colombia se necesita de manera urgente iniciar una nueva reforma curricular sistémica que resista las políticas centradas en la producción, el consumo y la competencia. Esta reforma emancipadora debe aplicarse no solo a la educación en ciencias de la primera infancia, primaria y secundaria, sino también a los programas de formación docente. De hecho, la educación en ciencias orientada hacia la acción social y política requiere profesores que hayan desarrollado un conocimiento pedagógico del contenido emancipador de las ciencias naturales y sociales. Este enfoque permitiría diseñar e implementar propuestas educativas que ayuden a los jóvenes a construir un capital contracultural para la acción social y política mediada por un pensamiento crítico-eco-reflexivo.

Conocimiento pedagógico del contenido de carácter emancipador mediador de la apropiación del capital contracultural

El Estado-nación, bajo la influencia de entidades supranacionales, actúa como un aparato represivo e ideológico que instrumentaliza la escuela y el aula de ciencias para reproducir la ideología, la cultura y las prácticas de la clase hegemónica. De hecho, utiliza deliberadamente el macrocurrículo de las ciencias para representar y expresar los intereses económicos, políticos, ideológicos y culturales de las clases dominantes (Cañadell, 2018). Así, la escuela y el aula de ciencias desempeñan una función dual: por un lado, reproducen el capital cultural hegemónico con el objetivo de fortalecer y perpetuar el ciclo de producción y consumo; por otro lado, ejercen una función de vigilancia y regulación ideológica para mantener el statu quo de la sociedad hegemónica (Rezende y Ostermann, 2020).

Aunque en la escuela y en el aula de ciencias existen relaciones de poder, también se desarrollan procesos de resistencia que buscan desafiar los principios hegemónicos impuestos a los sujetos de las minorías (Foucault, 2008; Freire, 1987; Hoeg y Bencze, 2014; Silva, 2000). El autor de este artículo considera que esta resistencia puede estar impulsada por el diseño e implementación de un currículo de ciencias de carácter crítico, que no solo represente el capital cultural científico, sino que también considere las diversas problemáticas

sociales, científicas, ambientales, culturales, económicas y políticas generadas por el desarrollo de las tecnociencias (Cassiani, 2021; Giroux, 1986; Silva, 2000). Desde luego, las propuestas de enseñanza de enfoque crítico brindarían a los niños y jóvenes la oportunidad de apropiarse una subjetividad y un *habitus* que les permita comprender su contexto y transgredir las limitaciones impuestas por la lógica de la globalización capitalista.

Por todo esto, Hoeg y Bencze (2014) y Candela (2024) argumentan que el currículo de ciencias no solo puede servir a los intereses de las sociedades hegemónicas para conservar sus privilegios, sino que también puede actuar como un órgano institucional capaz de brindar a los jóvenes ciudadanos la oportunidad de construir un capital contracultural (o capital cultural no dominante) con el fin de comenzar a abordar las desigualdades sociales y las injusticias ambientales. Este capital contracultural considera que en los diferentes campos sociales coexiste una gran variedad de conocimientos que, aunque pertenecen a lógicas epistemológicas distintas, son equivalentes (Aikenhead y Elliot, 2010; Alsop y Fawcett, 2010; Molina-Andrade, 2017). De hecho, estos conocimientos han orientado a los sujetos en la identificación y solución de problemas políticos, científicos, económicos y culturales dentro del contexto de una estructura social específica.

El autor de este manuscrito sostiene que la formación de ciudadanos comprometidos con la reducción de las desigualdades sociales, el deterioro ambiental y la eliminación de todas las formas de discriminación demanda de los profesores quienes hayan desarrollado un Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) en ciencias de carácter emancipador. El desarrollo del CPC, fundamentado en un capital contracultural, se presenta como una herramienta esencial para que los docentes en formación y en

ejercicio desafíen las normas establecidas por los campos sociales dominantes y promuevan una educación en ciencias crítica y relevante. Este capital contracultural no solo permite a los educadores adoptar enfoques pedagógicos que prioricen la justicia social y la sostenibilidad, sino que también empodera a los estudiantes para convertirse en agentes de cambio en sus comunidades.

En este sentido, el autor de este documento considera que el horizonte misional general de los programas de educación, y de manera particular, de los cursos destinados a aprender a enseñar ciencias emancipadoras, debe brindar a los docentes la oportunidad de identificar y desarrollar los elementos epistemológicos y ontológicos que fundamentan el capital contracultural. Así, las actividades de formación y desarrollo profesional no solo deben representar los contenidos disciplinares, pedagógicos, didácticos y tecnológicos, sino también incluir aquellos contenidos y procesos relacionados con las ciencias sociales-humanas, la pedagogía crítica, las ciencias ciudadanas y la diversidad cultural (Lopes y Macedo, 2011; Rezende y Ostermann, 2015; Santos, 2007). La interacción sinérgica e intencional de estos elementos epistemológicos otorga una identidad emancipadora y crítica a los programas de educación y desarrollo profesional docente. Estos programas brindan a profesores en formación y en ejercicio la oportunidad de apropiarse un capital contracultural que fundamentará de forma interdisciplinaria, pedagógica y social-humana las propuestas de enseñanza de las ciencias para la acción social y política (Fourez, 1997; Rezende y Ostermann, 2015).

Además, la implementación de los cursos de aprender a enseñar ciencias debe darse desde una orientación reflexiva (Candela, 2023), la cual agencia en los profesores el desarrollo de una identidad reflexiva crítica. Esta juega un papel clave en el diseño e implementación de

propuestas de enseñanza de las ciencias de carácter emancipador. Por tanto, la reflexividad crítica no solo le proporciona al profesor la posibilidad de cuestionar las estrategias pedagógicas y los modelos de enseñanza intuitivos, así como los propuestos por la literatura; sino que también le permite develar las intenciones neoliberales y conservadoras que subyacen al macrocurrículo estatal. Por consiguiente, este proceso prospectivo e introspectivo se convierte en un requisito *sine qua non* para las propuestas cuyo propósito central es mediar en los jóvenes ciudadanos, el desarrollo de una subjetividad con perspectiva crítico-eco-reflexiva que les permita lograr la justicia social e intergeneracional.

Por todo esto, en este manuscrito se considera que el CPC de las ciencias de carácter emancipador debe estar configurado por la interacción sinérgica de seis bases del conocimiento para la enseñanza crítica-eco-reflexiva (Figura 1).

Figura 1. Conocimiento Pedagógico del Contenido de las ciencias de carácter emancipador



Fuente: elaboración propia.

1. Conocimientos fundamentales

- Conocimiento de los productos, procesos y naturaleza de las ciencias en conjunción con las ciencias sociales-humanas. Así como los posibles diálogos sinérgicos entre estos conocimientos eurocéntricos y los conocimientos experienciales provenientes de los grupos minoritarios que dan vida a determinada institución educativa.

- Conocimiento de la relación crítica que existen entre Ciencias-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Comprender cómo estos elementos interactúan y afectan a la sociedad y al medio ambiente.

2. Conocimientos curriculares y críticos

- Conocimiento de las metas y propósitos curriculares, tanto de aquellos provenientes del currículo estatal hegemónico, con el ánimo de cuestionarlo, como de los críticos que demanda la actual sociedad del riesgo y la incertidumbre.
- Conocimiento sobre un amplio rango de problemáticas sociales, científicas, ambientales, éticas, culturales y políticas generadas por el desarrollo de las tecnociencias.

3. Conocimientos socioculturales

- Conocimiento de las identidades de los grupos minoritarios que dan vida a la escuela (p. ej., etnia, clase, género, cultura, entre otros). Además, reconocer la diversidad cultural y social dentro del aula.
- Conocimiento pedagógico, sociológico y filosófico que fundamenta la educación en ciencias en el contexto socio-eco-activista y existencial-relacional.

4. Conocimientos pedagógicos

- Conocimiento de técnicas, estrategias y modelos de enseñanza que median la comunicación ideal en el aula, con el fin de tensionar las estructuras de opresión que fortalecen la construcción de una subjetividad neoliberal en los jóvenes ciudadanos. En este sentido, la pedagogía crítica le permite al profesor considerar la educación en ciencias como una

fuerza auténticamente democrática que sostiene el desarrollo individual, la transformación social y la justicia intergeneracional (Reís, 2014).

- Conocimiento de estrategias e instrumentos de evaluación formativa que permitan monitorear la construcción de un capital contracultural científico y experiencial.

5. Conocimientos de la práctica reflexiva

- Conocimiento del contenido, proceso y propósito de la práctica reflexiva en los niveles técnico, práctico y crítico.

6. Conocimientos de la identificación y solución de problemas

- Conocimiento de las dificultades no solo en los contenidos de las ciencias naturales, sino también en las ciencias sociales-humanas y saberes experienciales.
- Habilidades para identificar y abordar problemas sociocientíficos, socioambientales y socioculturales, con el fin de que estos sean los contextos problemáticos que permite configurar las actividades de aprendizaje.

Esta estructura proporciona un marco integral para el CPC emancipador en la educación en ciencias, enfatizando la necesidad de un enfoque crítico-eco-reflexivo que no solo considere el conocimiento científico, sino que también integre perspectivas sociales, culturales y ambientales. Al adoptar esta categorización, los educadores pueden diseñar e implementar propuestas educativas contextualizadas y políticas que promuevan una alfabetización científica crítica y emancipadora. Estas propuestas se caracterizan por la contextualización sociopolítica-ecológica, la politización y la subjetivación fundamentada

en un pensamiento crítico-eco-reflexivo. Por supuesto, estos aspectos permiten a los jóvenes ciudadanos construir una visión del mundo menos tecnocéntrica y más ecocéntrica.

Desafíos en la formación y desarrollo profesional docente desde una perspectiva emancipadora

El autor de este artículo afirma que los cursos destinados a aprender a enseñar ciencias desde una perspectiva emancipadora enfrentan serias restricciones en la formación y desarrollo profesional de los profesores como actores sociopolíticos. Esta situación podría deberse a que ellos llegan a las facultades de educación con una subjetividad y un *habitus* fundamentados en principios neoliberales y conservadores. Por ello, se considera que ingresan a los programas educativos con un capital cultural que probablemente está en coherencia con políticas conservadoras.

Con el propósito de superar esta restricción, los programas de educación en ciencias deben diseñar e implementar cursos que estén fundamentados en un capital contracultural, alineado con los principios de sociedades progresistas y democráticas. Esto implica crear espacios donde los futuros docentes y profesores en ejercicio puedan reflexionar sobre su papel como agentes de cambio y desarrollar enfoques pedagógicos críticos que conecten la educación en ciencias con problemáticas sociocientíficas y socioambientales.

A pesar de que los profesores de ciencias, tanto en formación como en ejercicio, logran apropiarse de un CPC emancipador fundamentado en un capital contracultural, es posible que experimenten una transmutación letal al llegar a contextos como la práctica docente o el ejercicio profesional, donde predomina un capital cultural con ideología neoliberal. En muchas ocasiones, al ingresar a este *ethos* educativo, los profesores son presionados explícitamente para cambiar su subjetividad y *habitus* emancipador por uno que se alinee con el poder cultural hegemónico de la educación en ciencias convencional. Por ejemplo, los futuros docentes en el marco de los cursos de práctica a menudo enfrentan obstáculos significativos, incluyendo la presión de los profesores cooperadores y las expectativas institucionales que favorecen un enfoque hegemónico.

En este sentido, con el propósito de mantener la coherencia y continuidad curricular en los programas de formación y desarrollo profesional docente de carácter emancipador, es necesario establecer una relación dialógica con los escenarios de la práctica docente, tanto en la formación inicial como en el desarrollo profesional. En lo que respecta al proceso de formación docente, la relación entre los programas educativos y las instituciones escolares puede facilitarse a través de la tríada de la práctica docente, que está constituida por el profesor tutor de la universidad, el profesor en formación y el profesor cooperador. En este contexto, se comenzaría a desafiar el capital cultural científico hegemónico de

manera negociada, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes profesores la oportunidad de diseñar e implementar propuestas de enseñanza orientadas hacia la acción social y política en contextos reales (Bianchini y Cavazos, 2020; Mensah, 2019; Rezende y Ostermann, 2015).

Además, el autor considera que los programas de educación posgraduales deberían establecer un diálogo entre las directivas educativas de las instituciones, los profesores en ejercicio que cursan la maestría/doctorados y los tutores de los trabajos de grado, con el fin de que los trabajos fundamentados en el capital contracultural puedan integrarse al paisaje constitutivo de las prácticas docentes institucionales. Establecer un diálogo entre las directivas educativas, los profesores en ejercicio y los tutores de los trabajos de grado fomenta la colaboración interdisciplinaria, lo cual es esencial para enriquecer las propuestas educativas emancipadoras. Al integrar diversas perspectivas y experiencias, se pueden desarrollar enfoques pedagógicos críticos que no solo aborden el contenido científico, sino que también consideren las realidades sociales y culturales de los estudiantes. Esto permitirá que los trabajos de grado fundamentados en el capital contracultural no solo sean relevantes desde un punto de vista académico, sino que también respondan a las necesidades y desafíos de las comunidades en las que se insertan.

Por tanto, el diálogo propuesto en los anteriores escenarios interdisciplinarios contribuirá a la promoción de una cultura crítica dentro de las instituciones educativas. Esta permitirá a los profesores en ejercicio y desarrollo profesional junto con los tutores de trabajos de grado cuestionar y reflexionar acerca de las prácticas docentes apolíticas y descontextualizadas. Probablemente, esto facilitará la creación de un espacio en el que se valore el capital contracultural científico como una herramienta para desafiar las normas hegemónicas y fomentar

una educación más inclusiva y equitativa. Al integrar estos trabajos en el paisaje constitutivo de las prácticas docentes, se promoverá un enfoque educativo que priorice la justicia social e intergeneracional, y el empoderamiento de los estudiantes como agentes de cambio en sus contextos.

Conclusiones

El autor de este artículo concluye que, desde la década de 1960, la educación en ciencias ha estado influenciada por los principios curriculares neoliberales de Estados Unidos y los organismos multilaterales como la OCDE. Esta colonización curricular se produjo debido a las presiones políticas y económicas de entidades supranacionales sobre el Estado colombiano. En consecuencia, se ha impuesto una educación en ciencias apolítica y descontextualizada, cuyo objetivo curricular se centra en la apropiación de un capital cultural científico hegemónico por parte de los ciudadanos. Este capital cultural promueve el sostenimiento y la expansión de la globalización y el neoliberalismo, buscando fortalecer el ciclo de producción y consumo para aumentar las ganancias de las multinacionales, a costa de las injusticias sociales y la degradación ambiental.

Por lo tanto, el autor propone transformar la educación en ciencias convencional en una de carácter político y emancipador, con el fin de disminuir las desigualdades sociales y mitigar la crisis ambiental acelerada por el rápido desarrollo tecnocientífico. Esta educación en ciencias emancipadora debe permear tanto la formación del profesorado como la enseñanza en primaria y secundaria. De hecho, estas propuestas curriculares de enfoque crítico permitirán a profesores y estudiantes deconstruir la subjetividad hegemónica, adoptando una perspectiva crítica que fundamente la apropiación de un capital contracultural que desafíe el *statu quo* de las sociedades neoliberales.

En este sentido, los programas de formación y desarrollo profesional docente, a través de los cursos dedicados a la enseñanza de las ciencias, deben brindar a los profesores la oportunidad de identificar y desarrollar un CPC emancipador. Así, estos cursos, en el marco de una orientación reflexiva crítica, integran de manera articulada los contenidos científicos, pedagógicos, didácticos, tecnológicos y socio-humanistas.

Este diseño curricular permite a los profesores transformar su capital cultural hegemónico en un capital contracultural emancipador. Este último orientaría el diseño e implementación de propuestas de enseñanza emancipadoras, que fomentarían en los jóvenes ciudadanos el desarrollo de un pensamiento crítico y eco-reflexivo. Dicho pensamiento fundamentaría sus acciones sociopolíticas encaminadas a intentar resolver los problemas generados por las tecnociencias.

Finalmente, el autor del artículo afirma que el éxito de las innovaciones en los programas de formación docente y en las propuestas curriculares emancipadoras de las ciencias requiere una interacción sinérgica entre varios agentes: los desarrolladores curriculares e investigadores de la universidad, los profesores cooperadores de las instituciones educativas, los directores de trabajos de grado y los profesores en formación y en ejercicio. Esta interacción puede concretarse tanto en la práctica docente (en la formación docente) como en el desarrollo de los trabajos de grado en la educación terciaria (pregrado, maestría y doctorado). En ambos contextos, se generarían debates reflexivos y críticos sobre qué, para qué y cómo enseñar las ciencias naturales de carácter crítico en una sociedad cada vez más tecnocientífica y, por lo tanto, generadora de incertidumbre, riesgo, ambigüedad y contradicciones en los ciudadanos.

Referencias

- Aikenhead, G. y Elliot, D. (2010). An emerging decolonizing science education in Canada. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(4), 321-338. <https://doi.org/10.1080/14926156.2010.524967>
- Alsop, S. y Fawcett, L. (2010). After this nothing happened. *Cultural Studies of Science Education*, 5, 1027-1045. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9298-y>
- Arnove, R. F. (2014). Globalisation and public education policies in Latin America. In J. Zajda (Ed.), *Second international handbook on globalisation, education and policy research* (pp. 93-104). Springer Netherlands.
- Bazzul, J. (2012). Neoliberal ideology, global capitalism, and science education: Engaging the question of subjectivity. *Cultural Studies of Science Education*, 7, 1001-1020. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9413-3>
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* (vol. 17). SAGE.

- Bencze, J. L. y Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 648-669. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9413-3>
- Blasco, C. M. y Rodríguez, J. G. (2002). *La educación en el contexto neoliberal*. <http://www.google.com.co/url>
- Candela, B. F. (2024). El currículo de ciencias: un instrumento educativo de carácter político. *Pedagogía y Saberes*, (60), 160-174. <https://doi.org/10.17227/pys.num60-18865>
- Candela, B. F. y Viafara, R. (2025). Transformando la Educación en Ciencias: Impactos de la relación ciencias-gobierno-industria. *Pedagogía y Saberes*, 63(2). <https://doi.org/10.17227/pys.num63-21832>
- Candela, B. F. (2025). La investigación basada en el diseño en contexto Bildung: perspectiva que orienta el diseño de propuestas de enseñanza emancipadoras. *Praxis*, 21(1), 60-81. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5916>
- Cañadell, R. (2018). El asalto neoliberal a la educación. *Con-Ciencia Social: Segunda Época*, (1), 103-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6660374>
- Carter, L. (2005). Globalisation and science education: Rethinking science education reforms. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42 (5), 561-580. <https://doi.org/10.1002/tea.2006>
- Cassiani, S. (2018). Reflexões sobre os efeitos da transnacionalização de currículos e da colonialidade do saber/poder em cooperações internacionais: Foco na educação em ciências. *Revista Ciência e Educação*, 24(1), 225-244. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010015>
- Cassiani, S. (2021). Counter-hegemonic science education: Understanding the effects of coloniality and proposing a decolonial pedagogy. *Cultural Studies of Science Education*, 16 (4), 1353-1360. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10043-x>
- Dale, R. (2004). Globalização e Educação: Demonstrando a existência de uma "cultura educacional mundial comum" ou localizando uma "agenda globalmente estruturada para a educação?" *Educação e Sociedade*, 25(87), 423-460. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302004000200007>
- Davies, S. y Guppy, N. (1997). Globalization and educational reforms in Anglo-American democracies. *Comparative education review*, 41(4), 435-459. <https://doi.org/10.1086/447464>
- Dos Santos, W. (2009). Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361-382. <https://doi.org/10.1002/sce.20301>
- Escobar, A. y Escobar, A. (1998). *La invención del Tercer Mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo*. Editorial Norma.
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293-337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Foucault, M. (2008). *The birth of biopolitics: Lectures at the Collège de France 1978-1979*. Ed. Michael Sennelart. General Editors: Francois Ewald and Alessandro Fontana. Trans. Graham Burchell. Palgrave.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica - Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Ediciones Colihue.

- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. Editora Paz e Terra.
- Giroux, H. (1986). Teorías de la reproducción y la resistencia en la nueva sociología de la educación: un análisis crítico. *Revista colombiana de educación*, (17). <https://doi.org/10.17227/01203916.5140>
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future*. Springer Science & Business Media.
- Hoeg, D. y Bencze, L. (2014). Counter cultural hegemony: Student teachers' experiences implementing STSE-activism. *Activist science and technology education* (pp. 575-596). https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_32
- Jensen, E. y Wright, D. (2015). Critical response to Archer et al. (2015) "Science Capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Science Education*, 99(6), 1143-1146. <https://doi.org/10.1002/sce.21208>
- Jeong, S., Sherman, B. y Tippins, D. J. (2021). The Anthropocene as we know it: Posthumanism, science education and scientific literacy as a path to sustainability. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 805-820. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10029-9>
- Jódar, F. y Gómez, L. (2007). Educación posdisciplinaria, formación de nuevas subjetividades y gubernamentalidad neoliberal. Herramientas conceptuales para un análisis del presente. *Revista mexicana de investigación educativa*, 12(32), 381-404. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14003218.pdf>
- Krishna, V. V. (2014). Changing social relations between science and society: Contemporary challenges. *Science, Technology and Society*, 19(2), 133-159. <https://doi.org/10.1177/0971721814529876>
- Lopes, A. C. (2013). Teorias pós-críticas, política e currículo. *Educação, Sociedade & Culturas*, 39, 7-23. Cortez.
- Lopes, A. C. y Macedo, E. (2011). *Teorias de Currículo*. Cortez.
- Martínez, L. F. y Parga, D. L. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8(1), 23-35. <https://doi.org/10.14483/23464712.5021>
- Molina-Andrade, A. (2017). Algunas aproximaciones a una perspectiva intercultural: Entre discursos generales de la educación y específicos centrados en la naturaleza de lo que se quiere enseñar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (42), 7-21.
- Monteiro, B., Dutra, D., Cassiani, S., Sánchez, C. y Oliveira, R. D. V. (2019). *Decolonialidades na educação em ciências*. Livraria da Física.

- Rezende, F. y Ostermann, F. (2015). O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 21(3), 543-558. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030002>
- Rezende, F. y Ostermann, F. (2020). Hegemonic and counter-hegemonic discourses in science education from the perspective of a post-critical curriculum theory. *Cultural Studies of Science Education*, 15(3), 679-694. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09945-8>
- Reís, P. (2014). Promoting Students' Collective Socio-Scientific Activism: Teacher's Perspectives. En S. Alsop and L. Bencze (Eds.), *Activism in science and technology education*, 9, 547-574. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_31
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. Abell. N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum.
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-492. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>
- Silva, T. T. (2000). *Documentos de Identidade*. Autêntica.
- Tafoya, E. (2012). Implicaciones de la tecnociencia en la modernidad reflexiva. Complejidad, riesgo y democracia. *Mundo Nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 5(1), 17-41. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2012.1.4512>
- Uribe, M. y Mosquera, C. (2015). El enfoque intercultural en la enseñanza de las ciencias. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências—X ENPEC*. Águas de Lindóia. <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1823-1.PDF>
- Zajda, J. (Ed.). (2015). *Second international handbook on globalisation, education and policy research*. Springer.



ATE Y STEM: precisiones pedagógicas de su aplicación en la educación en tecnología

- ATE and STEM: pedagogical clarifications of its application in technology education
- ATE e STEM: precisões pedagógicas de relação à sua aplicação na educação em tecnologia

Forma de citar este artículo:

Pulido Varela, J. A. (2025). ATE Y STEM: precisiones pedagógicas de su aplicación en la educación en tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 274 - 291. <https://doi.org/10.17227/ted.num.58-22042>

Resumen

La integración de la tecnología y las ciencias en los currículos escolares es crucial para preparar a los estudiantes para el siglo XXI. Dos componentes destacados en este ámbito son la Actividad Tecnológica Escolar (ATE) y STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Ambos buscan desarrollar habilidades críticas y competencias en los estudiantes, pero de maneras diferentes.

Este artículo explora las precisiones pedagógicas para explicar y aplicar ATE y STEM en la educación tecnológica. Se ofrece un marco teórico que define y contextualiza ambas propuestas, analizando sus teorías pedagógicas. Se presentan los componentes esenciales del diseño didáctico para las ATE y en el enfoque STEM se examina en términos de integración disciplinaria, así mismo se comparan ATE y STEM, identificando similitudes y diferencias clave para su práctica en el aula y finalmente se establecen algunas pautas para su implementación.

El artículo incluye los hallazgos principales en cuanto a similitudes y diferencias, así como su potencial integración y algunas recomendaciones para su aplicación pedagógica, destacando la pertinencia e importancia para enriquecer la formación de los estudiantes, igualmente inspirando a educadores a innovar en sus métodos de enseñanza.

Palabras clave

ATE; STEM; educación en tecnología; tecnología

John Alexander Pulido Varela*  

* Licenciado en Diseño Tecnológico -UPN-, Magíster en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación -UPN-, Doctor en Educación -UAM-. Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencia y Educación, Bogotá, Colombia. japulidov@udistrital.edu.co

Artículo de ensayo

Fecha de recepción: 19/08/2024
Fecha de aprobación: 10/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

The integration of technology and science into school curricula is essential for preparing students for the 21st century. Two key components in this area are School Technological Activity (ATE) and STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Both aim to develop critical skills and competencies in students, albeit through different approaches.

This article explores the pedagogical clarifications needed to explain and apply ATE and STEM within technology education. It provides a theoretical framework that defines and contextualises both approaches by analysing their pedagogical underpinnings. The essential components of didactic design for ATE are presented, while the STEM approach is examined in terms of disciplinary integration. A comparison of ATE and STEM is offered, identifying key similarities and differences in classroom practice, followed by implementation guidelines.

The article highlights major findings regarding commonalities and distinctions, the potential for integration, and recommendations for pedagogical application. It underscores the relevance and importance of both approaches for enhancing student learning, while also inspiring educators to innovate in their teaching methods.

Keywords

ATE; STEM; technology education; technology

Resumo

A integração entre tecnologia e ciências nos currículos escolares é fundamental para preparar os estudantes para o século XXI. Dois componentes de destaque nesse campo são a Atividade Tecnológica Escolar (ATE) e o STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Ambos buscam desenvolver habilidades críticas e competências nos estudantes, embora por meio de abordagens distintas.

Este artigo explora as precisões pedagógicas necessárias para explicar e aplicar a ATE e o STEM na educação em tecnologia. Apresenta-se um referencial teórico que define e contextualiza ambas as propostas, com base na análise de suas fundamentações pedagógicas. São descritos os componentes essenciais do desenho didático para a ATE, e o enfoque STEM é examinado em termos de integração disciplinar. Realiza-se uma comparação entre ATE e STEM, identificando semelhanças e diferenças relevantes para a prática em sala de aula, e propõem-se diretrizes para sua implementação.

O artigo destaca os principais achados quanto às convergências e divergências entre as abordagens, seu potencial de integração e recomendações para sua aplicação pedagógica, ressaltando sua pertinência e importância para enriquecer a formação dos estudantes, além de inspirar educadores a inovar em suas práticas de ensino.

Palavras-chave

ATE; STEM; educação em tecnologia; tecnologia

Introducción

En la actualidad, la integración de la tecnología y las ciencias en los currículos escolares se ha vuelto esencial para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Dentro de este ámbito, se destacan dos enfoques pedagógicos: las Actividades Tecnológicas Escolares (ATE) y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Ambos buscan desarrollar habilidades críticas y competencias en los estudiantes, aunque de maneras distintas y complementarias (Quintana, 2015; Holguín, 2012).

Este artículo tiene como objetivo explorar las precisiones pedagógicas necesarias para la implementación efectiva de ATE y STEM en la educación en tecnología. Para ello, se presenta un marco teórico que define y contextualiza ambos enfoques, analizando sus teorías pedagógicas subyacentes. Se describen los componentes esenciales del diseño didáctico de las ATE y se examina el enfoque STEM en términos de integración disciplinaria, permitiendo una comparación detallada de las similitudes y diferencias entre ambos enfoques (Otálora, 2008; Quintana *et al.*, 2014).

Las ATE se conciben como unidades didácticas diseñadas para abordar diversas dimensiones de la tecnología, integrando estrategias como el diseño, el análisis y el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Estas actividades permiten un aprendizaje activo y reflexivo, donde tanto la acción del estudiante como del docente son cruciales para el desarrollo de competencias tecnológicas y comunicativas (Holguín, 2012; Vasco, 2006). Por otro lado, el enfoque STEM se centra en la integración de disciplinas científicas y tecnológicas, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos interdisciplinarios (Quintana, 2015).

A lo largo del artículo, se presentan los hallazgos principales en cuanto a las similitudes y diferencias entre ATE y STEM, así como su potencial integración en el aula. Además, se ofrecen recomendaciones para su aplicación pedagógica, destacando la importancia de ambos enfoques para enriquecer la formación de los estudiantes y fomentar la innovación en los métodos de enseñanza (Breukelen *et al.*, 2016; Merchán, 2014).

Finalmente, este artículo destaca la pertinencia e importancia de las ATE y el enfoque STEM para la educación tecnológica contemporánea. Al analizar sus bases pedagógicas y prácticas educativas, se espera inspirar a los educadores a adoptar y adaptar estos enfoques en sus contextos específicos, promoviendo un aprendizaje significativo y relevante para los estudiantes del siglo XXI (Quintana *et al.*, 2014; Otálora, 2008).

Metodología

Este estudio se fundamenta en un *análisis documental y comparativo*, a través de la revisión de fuentes académicas sobre las ATE y el enfoque STEM. El propósito de esta metodología es identificar, analizar y contrastar las similitudes y diferencias entre ambos enfoques pedagógicos dentro del contexto de la educación tecnológica.

Para la construcción del marco teórico y la fundamentación del estudio, se establecieron criterios de búsqueda y selección de referencias. Se consideraron fuentes académicas como artículos científicos y tesis publicadas en revistas indexadas y repositorios especializados. Asimismo, se priorizaron estudios publicados en los últimos diez años, sin excluir textos clásicos que han sido determinantes en la conceptualización de ATE y STEM. La selección de documentos se centró en aquellos que abordaran estrategias didácticas, diseño curricular, metodologías de

enseñanza y evaluación en el ámbito de la educación tecnológica, permitiendo una perspectiva comparativa que facilitara el contraste entre ambos enfoques en diferentes contextos educativos.

Las referencias utilizadas en este estudio fueron obtenidas de bases de datos académicas de reconocido prestigio, tales como *ProQuest*, utilizada para la consulta de artículos en revistas indexadas sobre educación tecnológica; *ERIC* (*Education Resources Information Center*), empleada para investigaciones relacionadas con metodologías de enseñanza y aprendizaje en STEM; *Scopus* y *Google Scholar*, que permitieron la identificación de estudios recientes y citas relevantes; y documentos oficiales de organismos internacionales como la *UNESCO*, la *National Science Foundation (NSF)* y la *Global STEM Alliance*, los cuales han aportado directrices y recomendaciones en el ámbito de la educación STEM y tecnológica.

El procedimiento de análisis se desarrolló en tres fases. En la primera, se realizaron una revisión exhaustiva y una selección rigurosa de documentos que cumplieran con los criterios previamente definidos. Posteriormente, en la segunda fase, la información se organizó en distintas categorías de estudio, incluyendo definiciones, diseño didáctico, estrategias pedagógicas, evaluación y aplicabilidad en el aula. Finalmente, en la tercera fase, se llevó a cabo un *análisis comparativo*, mediante el cual se identificaron similitudes, diferencias y posibles sinergias entre ATE y STEM, respaldadas por la evidencia recopilada en la literatura revisada.

Esta metodología permite realizar un estudio riguroso y fundamentado sobre la aplicación pedagógica de ATE y STEM, proporcionando un marco teórico y práctico que favorece su implementación en contextos educativos. La combinación del análisis documental con un enfoque comparativo garantiza una aproximación integral y crítica, contribuyendo a una mejor comprensión de estos enfoques y su relevancia en la formación de los estudiantes del siglo XXI.

Marco teórico

¿Que son las ATE?

Las ATE son unidades didácticas diseñadas por docentes para abordar el estudio de la tecnología. Según Quintana (2015), las ATE integran estrategias como diseño, análisis, enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y aprendizaje a través de la construcción, esta última por su capacidad para integrar diversas dimensiones tecnológicas. Para Holguín (2012), las ATE son acciones predefinidas contextualizadas que se desarrollan mediante un proceso didáctico proyectual. Quintana (2015) resalta que las ATE fomentan el aprendizaje activo y reflexivo a través de la participación y colaboración.

Otálora (2008) sostiene que las ATE son esenciales en la educación tecnológica, proporcionando un andamiaje para enseñar y aprender tecnología, siendo coherentes y adaptadas al nivel de los estudiantes y los recursos institucionales.

En general, las ATE buscan crear ambientes de aprendizaje diversos e integrados, fomentando la acción y reflexión en el proceso educativo.

Retrospectiva de las ATE

La incorporación de la tecnología en los currículos escolares de Colombia comenzó con la Ley General de Educación de 1994 (Ley N° 115), que la estableció como área obligatoria. El MEN, en 1996, propuso un enfoque centrado en la solución de problemas, superando la asociación con actividades manuales. Quintana (2015) explica que las ATE surgieron para integrar el estudio de la tecnología en el currículo de manera efectiva, proporcionando un marco pedagógico que facilitara la resolu-

ción de problemas tecnológicos. Vasco (2006) destacó las tensiones en la implementación de la educación tecnológica, pero la inclusión de las ATE permitió una visión más holística de la tecnología, abordando no solo lo técnico, sino también lo organizativo y cultural.

Diseño didáctico de ATE

Quintana *et al.* (2014) proponen un enfoque holístico y sistémico para el diseño de ATE, que abarca cuatro estrategias clave: diseño, análisis, enfoque CTS y análisis a través de la construcción. Cada estrategia aporta una perspectiva única que facilita un aprendizaje integral y contextualizado de los procesos tecnológicos.

Tabla 1. Tipos de estrategias didácticas en las ATE

Estrategia	Características	Ejemplo
Análisis	Busca que el estudiante indague sobre los saberes necesarios para que un instrumento o producto tecnológico fuese posible, y se dinamiza con distintas acciones de recolección de información y su interpretación con posterioridad a preguntas tales como: ¿De qué y cómo están hechos?, ¿Cómo funcionan las cosas?, ¿Cuáles fueron las condiciones socioculturales en las cuales se desarrollaron?, ¿Cuáles consecuencias tanto positivas como negativas conllevan su uso y desecho?	Pueden estar relacionadas con la resolución y comprensión de circuitos eléctricos, el análisis tecnológico de artefactos, objetos o productos, el uso de videojuegos, la programación y algoritmia, la resolución de problemas, la escogencia de alternativas entre muchas otras.
Diseño	Aborda la solución de problemas tecnológicos cuya estructuración y conceptualización no es fuerte y por tanto permiten al estudiante poner en juego procesos de pensamiento y estrategias cognitivas propias, de tal forma que el trabajo principal consiste en estructurar y repensar el componente de situación inicial, el proceso de transformación y la situación final, planteando en últimas el desarrollo de una racionalidad tecnológica para intervenir en el entorno artificial (Simón, 2006).	Las ATE que priorizan la estrategia de diseño están relacionadas con la bocetación, dibujo técnico y renderizado, el modelamiento, la simulación y prueba de circuitos eléctricos, la planeación de artefactos, maquetas, prototipos, autómatas programables, aplicación de criterios ergonómicos y funcionales.
	El diseño “es una actividad exclusivamente cognitiva que exige la realización de seis acciones (problematizar, conceptualizar, idear, seleccionar, configurar y plasmar)” (Merchán, 2014, p.78).	
Enfoque CTS	Busca el análisis y la comprensión de los sistemas tecnológicos más allá de las tecnologías en sí mismas sino sobre todo de sus relaciones con la sociedad y la cultura (Quintana, <i>et al.</i> , 2014), usualmente se aborda a través de estudios de caso, mesas redondas, debates que faciliten el análisis de situaciones, reales o hipotéticas en distintos momentos históricos y en la cual adquieren habilidades en la búsqueda de información, generación de puntos de vista propios y de argumentación.	Las ATE, desde el enfoque, CTS pueden verse como conducentes a un producto consolidado tal como un video, portafolio, ensayo, artículo, campaña de sensibilización, artefacto sostenible, etc.
Análisis a través de la construcción	Utiliza como acción pedagógica la reconstrucción de instrumentos y artefactos que el docente diseña previamente. Este proceso permite al estudiante rehacer un camino cargado de obstáculos cognitivos que se han establecido y para los cuales prevé soluciones en función de los objetivos que se han definido con anterioridad.	Las ATE de este enfoque pueden evidenciarse a través de construcción de robots y prototipos, y en general todo tipo de proyectos electrónicos, programables, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

Nota. Tomado de Rodríguez *et al.* (2017), adaptado por los autores de la cartilla “actividades tecnológicas escolares y energías renovables” (Quintana *et al.*, 2014).

Además, las etapas de acceso a las ATE, enmarcadas dentro de las acciones mentales propuestas por Otálora (2008), se relacionan directamente con estas estrategias didácticas como se presenta en la Tabla 2. Estas etapas, que incluyen la problematización, interpretación, representación, solución y evaluación, son esenciales para facilitar un aprendizaje profundo y reflexivo. La interconexión entre las estrategias didácticas y las etapas de acceso destaca la necesidad de un enfoque coherente y bien estructurado en la implementación de actividades tecnológicas, garantizando que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino también habilidades críticas y creativas para resolver problemas tecnológicos de manera efectiva.

Tabla 2. Estructura actividad tecnológica escolar con base en conocimiento didáctico del contenido y conocimiento profesional docente

	Nivel explícito		Nivel tácito
	Saber académico		Teorías implícitas
	Conjunto de concepciones disciplinares que sirven de referencia en los contenidos escolares.		Recursos para la planeación educativa sustentados en los conocimientos académicos adquiridos por el docente.
	Conocimiento del contenido	Conocimiento sustantivo	Conocimiento sintáctico
Nivel racional	Conjunto de los conocimientos disciplinares del docente propios de la disciplina de base de su formación, supeditado al nivel de dominio conceptual y técnico de cada uno de los temas propuestos.	Conjunto de criterios para la configuración de la situación problema que se pretende abordar, su contextualización y la articulación entre conocimientos disciplinares y pedagógicos.	Conocimiento pedagógico y didáctico asociado al contenido que se pretende enseñar y la capacidad de plantear desde un enfoque (modelo) pedagógico una alternativa de aproximación didáctica a la construcción de un conocimiento tecnológico.
	Creencias y principios de actuación		Rutinas y guiones de acción
	Conjunto de ideas conscientes que se desarrollan durante el ejercicio de la profesión, sobre los diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje.		Conjunto de esquemas tácitos que configuran una respuesta predecible al curso inmediato de los acontecimientos en el aula y la manera estándar de abordarlos.
Nivel experiencial	Creencias acerca de la materia.		
	Los referentes del Proyecto Educativo Institucional en cuanto a los propósitos formativos por nivel, ciclo o grado, que son asumidos por cada plantel y que lo articulan con una intencionalidad educativa global, nacional y local, y que a su vez lo diferencian de otras instituciones.		

Nota. Tomada de Molina (2019).

Es importante traer a este estudio los pasos que Breukelen *et al.* (2016) formulan para las actividades de diseño, que se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Pasos para las actividades de diseño

Etapas		Actividades	Producto final
1	Introducción al reto de diseño y el contexto	Introducción al contexto, las actividades, la organización, los materiales y los objetivos.	
2	Entendimiento del reto	- Exploración del reto, del contexto y de los objetivos. - Escritura de ideas, preguntas e hipótesis. - Tablero blanco: compartir resultados, retroalimentación de la sesión.	Portafolio en el tablero
3	Investigar y explorar	- Formular y distribuir cuestionamientos sobre la investigación. - Discusión. - Diseñar y realizar experimentos, recolección de datos y preguntas. - Presentación de resultados. - Discusión sobre resultados.	Preguntas finales sobre la investigación. Cuaderno de laboratorio o diario de campo. Póster de experimentos.
4	Establecimiento de reglas de diseño	- Determinación de reglas de diseño usando los resultados de los experimentos. - Atención en contenidos de ciencia, uso de vocabulario y conceptos.	Reglas de diseño.
5	Planificación de diseño	- Idear, compartir y discutir soluciones de diseño: pensamiento divergente. - Póster: solución provisional de diseño. - Pin-up sesión: retroalimentación, ajustes a las soluciones de diseño. - Rehacer hasta satisfacer.	Diseño de pósteres de diseño de bocetos.
6	Construir y evaluar, explicar, paseo de galería	- Prototipado y realización de diseños. - Evaluación de diseños: realización de diseños específicos. - Paseo de galería: determinar deficiencias, retroalimentación y reflexión.	Diseños de prototipos.
7	Rediseño interactivo	- Interacción con pasos anteriores dependiendo de anteriores decisiones. - Mejorar el diseño. - Discusión final sobre las soluciones de diseño y conceptos.	Solución final de diseño. Reflexión final.

Nota. Elaboración propia basada en los planteamientos de Breukelen *et al.* (2016).

Estas etapas no están desligadas de los planteamientos de Otálora (2008), como se presentan en la Tabla 4, con las acciones mentales interiorizadas de problematización (generación de interrogantes), interpretación (asumir significados), representación (capacidad de expresión lógica), solución (configuración de nuevas realidades) y evaluación (valoración del proceso).

Tabla 4. Tipos de Estrategias Didácticas en las ATE

Estrategia	Características	Ejemplos
Estrategia de Análisis	Se enfoca en que el estudiante investigue sobre los saberes necesarios para la creación o funcionamiento de un instrumento o producto tecnológico. Se centra en la recolección e interpretación de información sobre cómo están hechos, cómo funcionan, sus condiciones socioculturales, y sus consecuencias.	Resolución y comprensión de circuitos eléctricos, análisis de artefactos tecnológicos, uso de videojuegos, programación, etc.
Estrategia de Diseño	Aborda la solución de problemas tecnológicos permitiendo al estudiante estructurar y repensar el proceso de diseño. Incluye actividades como bocetación, modelamiento, simulación y prueba de circuitos, y creación de prototipos.	Dibujo técnico, modelamiento, simulación, creación de prototipos, diseño de maquetas, etc.
Estrategia de Enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)	Busca analizar y comprender las tecnologías en su relación con la sociedad y la cultura. Incluye estudios de caso, debates y mesas redondas para analizar situaciones reales o hipotéticas en diferentes contextos históricos.	Videos, portafolios, ensayos, campañas de sensibilización, artefactos sostenibles, etc.
Estrategia de Análisis a través de la Construcción	Utiliza la reconstrucción de instrumentos y artefactos diseñados previamente por el docente para que los estudiantes superen obstáculos cognitivos y aprendan a través del proceso de construcción y solución de problemas.	Construcción de robots, prototipos, proyectos electrónicos, programables, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

Nota. Elaboración propia basada en los planteamientos de Otálora (2008).

Etapas de acceso de las ATE

Las etapas de acceso a las ATE se basan en los planteamientos de Otálora (2008) y se alinean con las estrategias didácticas:

1. *Problematización*: generar interrogantes e identificar problemas (correlaciona con la estrategia de Análisis y Enfoque CTS).
2. *Interpretación*: asumir significados y comprensión del contexto (correlaciona con la estrategia de Análisis y Enfoque CTS).
3. *Representación*: expresar lógicamente conceptos (correlaciona con la estrategia de Diseño y Enfoque CTS).
4. *Solución*: configurar nuevas realidades y resolver problemas (correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).
5. *Evaluación*: valorar procesos y resultados (correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).
6. *Exploración de Preconcepciones*: identificar concepciones previas de los estudiantes (fase preliminar; correlaciona con la estrategia de Análisis).
7. *Agudización de Conciencia*: desarrollar la conciencia del marco propio y del otro (fase de enfoque; correlaciona con la estrategia de Enfoque CTS).
8. *Investigación y Explicación del Conflicto Conceptual*: investigar para comprender y resolver conflictos conceptuales (fase desafiante; correlaciona con la estrategia de Análisis).

9. *Acomodación del Nuevo Modelo Conceptual*: adaptar y aplicar nuevos conocimientos (fase de aplicación; correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).

Estas etapas proporcionan un marco integral para el diseño y evaluación de ATE que fomenten el pensamiento crítico, creativo y técnico en los estudiantes.

STEM

¿Qué es la educación STEM?

El enfoque educativo STEM integra estas disciplinas para fomentar la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento. A diferencia de enseñar estas materias de manera aislada, busca desarrollar habilidades transversales para afrontar los desafíos actuales. Este enfoque se ha destacado en las políticas educativas y la investigación por su capacidad para proporcionar una educación integral centrada en la resolución de problemas del mundo real y en el fomento de habilidades para el siglo XXI (Bybee, 2013; Johnson *et al.*, 2020).

Los programas STEM incluyen actividades prácticas, trabajo en equipo y la aplicación de conceptos en situaciones reales, promoviendo habilidades como pensamiento crítico, colaboración, alfabetización digital y computacional (Global STEM Alliance, 2016). Según Vásquez *et al.* (2013), STEM es un enfoque interdisciplinario que remueve las barreras tradicionales y conecta las áreas del currículo con experiencias prácticas y relevantes para los estudiantes.

Retrospectiva de las STEM

Desde los años 70, se ha reflexionado sobre la necesidad de integrar diversas disciplinas para fomentar habilidades como el pensa-

miento crítico y la resolución de problemas. La Educación STEM busca ofrecer un aprendizaje interdisciplinario basado en proyectos, promoviendo la creatividad y la innovación. Este enfoque ha evolucionado desde enseñar las disciplinas de forma separada hasta integrarlas para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI (Aguilera y Ortiz, 2021). En 1990, el término STEM fue acuñado por la National Science Foundation, inicialmente enfocado en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Con el tiempo, y con la introducción de STEAM, que incorpora las artes, se promovió una visión más holística de la educación (Ruíz, 2017).

Enfoque STEM en la educación

El enfoque STEM implica varios elementos fundamentales para su implementación efectiva:

- Interdisciplinariedad: integra al menos dos disciplinas STEM en las actividades educativas, promoviendo un aprendizaje más holístico (Kang, 2019).
- Aprendizaje activo: los estudiantes participan activamente en su proceso educativo mediante la exploración y resolución de problemas reales (Gras y Alí, 2023).
- Conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): alinea el aprendizaje con problemas sociales y ambientales, fomentando un sentido de responsabilidad (Gras y Alí, 2023).
- Evaluación formativa: proceso continuo para monitorear el progreso y la comprensión, ajustando estrategias pedagógicas (UNESCO, 2019).
- Recursos y prácticas: uso de tecnologías y metodologías innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos (Wynne, 2012).

- Inclusión y diversidad: fomenta un ambiente inclusivo y adaptado a las necesidades de todos los estudiantes (Appstem, 2019).

Etapas del enfoque STEM

Las etapas incluyen:

- Introducción: se establecen los objetivos y se conecta el contenido con problemas reales.
- Desarrollo: los estudiantes aplican los conceptos a través de actividades prácticas.
- Cierre: reflexión y consolidación del conocimiento.
- Extensión: conexión del aprendizaje con el mundo real a través de proyectos comunitarios.
- Sugerencias: directrices para mejorar la práctica educativa, asegurando la efectividad del enfoque STEM.

Cada una de estas etapas juega un papel crucial en la formación de un entorno de aprendizaje que no solo enseña conceptos técnicos, sino que también impulsa a los estudiantes a desarrollar habilidades críticas y a aplicar sus conocimientos de manera práctica y significativa, las cuales se presentan a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5. Etapas del enfoque STEM

Etapa	Descripción	Objetivos
Introducción	Se presenta el tema a los estudiantes y se establecen los objetivos de aprendizaje. Se busca captar el interés y contextualizar el contenido en relación con la vida cotidiana y problemas reales. Pueden incluirse preguntas provocativas o situaciones problemáticas.	• Captar el interés de los estudiantes. • Contextualizar el contenido en su vida cotidiana y problemas reales. • Establecer objetivos de aprendizaje claros.
Desarrollo	Los estudiantes participan en actividades prácticas para aplicar los conceptos aprendidos. Se realiza el aprendizaje activo mediante investigación, experimentación y resolución de problemas en grupos. Los educadores facilitan el proceso y proporcionan apoyo. Se deben revisar los conceptos de STEM implicados.	• Aplicar conceptos a través de actividades prácticas. • Fomentar el aprendizaje activo y la colaboración. • Revisar conceptos de STEM relevantes.
Cierre	Reflexión sobre lo aprendido mediante la compartición de descubrimientos y conclusiones. Se discuten los resultados de las actividades para consolidar el aprendizaje y entender las relaciones entre los conceptos y el mundo.	• Consolidar el aprendizaje. • Comprender cómo se relacionan los conceptos entre sí y con el mundo.
Extensión de la clase	Actividades que extienden el aprendizaje más allá del aula, como proyectos comunitarios o investigaciones adicionales. Ayuda a los estudiantes a ver la relevancia de los conocimientos en contextos reales.	• Extender el aprendizaje fuera del aula. • Aplicar lo aprendido en contextos reales. • Fomentar proyectos comunitarios e investigaciones adicionales.

Etapa	Descripción	Objetivos
Sugerencias o recomendaciones	Orientaciones para mejorar la práctica educativa, incluyendo estrategias para un ambiente inclusivo, recursos para el desarrollo profesional de los docentes y colaboración con la comunidad.	• Mejorar la práctica educativa. • Fomentar un ambiente de aprendizaje inclusivo. • Proveer recursos adicionales para el desarrollo profesional. • Recomendar colaboración con la comunidad.

Fuente: elaboración propia.

En general, el enfoque STEM se basa en la integración de disciplinas, el aprendizaje activo, la conexión con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), la evaluación formativa, el uso de recursos variados y la promoción de la inclusión. Las etapas del enfoque incluyen la introducción, el desarrollo, el cierre, la extensión de la clase y las sugerencias para mejorar la práctica educativa. Estos elementos y etapas son fundamentales para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI y contribuir a un futuro sostenible y equitativo.

Comparación entre ATE y STEM

Las ATE en el contexto de la educación en tecnología y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) tienen varias similitudes y diferencias que reflejan sus objetivos educativos y metodologías.

Similitudes

Aunque STEM y ATE son dos elementos educativos diferentes, comparten una serie de características y objetivos que los unen. En este apartado, se exploran las similitudes y cómo se reflejan en la educación innovadora. La integración de disciplinas, el aprendizaje basado en proyectos, el desarrollo de habilidades del siglo XXI, el enfoque en la innovación y el uso de tecnología son algunos de los aspectos que nos permiten ver la conexión entre STEM y ATE. Al analizar estas similitudes, podemos comprender mejor cómo ambos pueden complementarse y fortalecerse mutuamente, lo que a su vez

puede llevar a una educación más efectiva y relevante para los estudiantes.

1. *Integración de Disciplinas:* los dos promueven la integración de diversas disciplinas. Mientras que STEM se centra en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, las ATE también pueden abarcar múltiples áreas de conocimiento, dependiendo del proyecto tecnológico que se desarrolle.
2. *Aprendizaje Basado en Proyectos:* tanto STEM como ATE utilizan el aprendizaje basado en proyectos como metodología central. Los estudiantes trabajan en proyectos prácticos que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades en situaciones reales.
3. *Desarrollo de Habilidades del Siglo XXI:* ambos buscan desarrollar habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación.
4. *Enfoque en la Innovación:* promueven la innovación y la creatividad. Los estudiantes son incentivados a diseñar y crear soluciones originales a problemas auténticos.
5. *Uso de Tecnología:* la tecnología es una herramienta fundamental en ambos. Los estudiantes utilizan tecnología tanto como un medio para aprender como un fin para crear proyectos tecnológicos.

Diferencias

Las diferencias entre STEM y ATE en términos de enfoque disciplinario, objetivos educativos, metodología, evaluación y contexto educativo. La comparación de estas diferencias nos permitirá comprender mejor las fortalezas y debilidades de cada uno y cómo pueden ser utilizados de manera efectiva en diferentes contextos educativos. Al analizar estas diferencias, podemos identificar oportunidades para la colaboración y el aprendizaje mutuo entre STEM y ATE, lo que puede llevar a una educación más rica y diversa para los estudiantes.

1. *Enfoque Disciplinario:* STEM se centra explícitamente en las cuatro disciplinas específicas (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y cómo se interrelacionan. ATE, por otro lado, no está limitada a estas disciplinas y puede incorporar una gama más amplia de áreas, incluyendo aspectos sociales, éticos y estéticos del uso de la tecnología.
2. *Objetivos Educativos:* el objetivo principal de STEM es preparar a los estudiantes para carreras en campos relacionados con la ciencia y la tecnología. Las ATE tienen un enfoque más amplio que incluye la comprensión y la reflexión crítica sobre la tecnología y su impacto en la sociedad, además de habilidades prácticas.
3. *Metodología:* STEM a menudo sigue una metodología de diseño de ingeniería, que incluye pasos como definir un problema, investigar, desarrollar prototipos, probar y mejorar. Las ATE pueden utilizar una variedad de metodologías dependiendo del proyecto y pueden incluir un enfoque más exploratorio y menos estructurado.
4. *Evaluación:* la evaluación en STEM tiende a ser más cuantitativa y centrada en los resultados y la precisión técnica. En las ATE, la evaluación puede incluir aspectos cualitativos, como la creatividad, la reflexión crítica y la colaboración.
5. *Contexto Educativo:* STEM es un enfoque que se ha institucionalizado en muchos currículos escolares a nivel mundial, con un fuerte apoyo de políticas educativas y financiamiento. Las ATE, aunque también pueden estar institucionalizadas, suelen tener más flexibilidad y pueden ser implementadas de manera más adaptativa según las necesidades y contextos específicos de cada institución educativa.

Ambos elementos pedagógicos tienen mucho que ofrecer en el contexto de la educación en tecnología. Mientras que STEM proporciona una estructura sólida para la educación tecnológica y científica, las ATE permiten una exploración más amplia y contextualizada de la tecnología en la vida cotidiana y en la sociedad.

Contextualización para la aplicación práctica en el aula

En el ámbito educativo, los términos modelo pedagógico, estrategia pedagógica, enfoque pedagógico, estrategia didáctica y metodología pedagógica se refieren a diferentes niveles de planificación y ejecución de la enseñanza y el aprendizaje. Aquí se presenta una jerarquía aproximada y la relación entre estos conceptos:

Modelo pedagógico

Nivel: Macro Descripción: es la base teórica y filosófica que guía todo el proceso educativo. Un modelo pedagógico establece los principios fundamentales sobre cómo debe ser la educación, qué se debe enseñar y cómo los estudiantes deben aprender. Ejemplos incluyen el constructivismo, el conductismo y el humanismo.

Enfoque pedagógico

Nivel: Macro-Meso Descripción: derivado del modelo pedagógico, un enfoque pedagógico especifica cómo se implementarán los principios del modelo en contextos educativos específicos. Define la orientación general del proceso educativo y cómo se abordan aspectos como la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Ejemplos incluyen el enfoque centrado en el estudiante, el enfoque por competencias y el enfoque basado en proyectos.

Metodología pedagógica

Nivel: Meso Descripción: la metodología pedagógica es un conjunto de métodos y técnicas utilizados para llevar a cabo el enfoque pedagógico. Describe cómo se estructurará y organizará la enseñanza en términos de actividades, recursos y procesos. Por ejemplo, la enseñanza directa, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas.

Estrategia pedagógica

Nivel: Meso-Micro Descripción: las estrategias pedagógicas son planes específicos diseñados para alcanzar objetivos educativos determinados. Detallan cómo se aplicarán los métodos y técnicas en situaciones particulares. Las estrategias pueden incluir la diferenciación de la instrucción, la gamificación y el uso de tecnologías educativas.

Estrategia didáctica

Nivel: Micro Descripción: las estrategias didácticas son procedimientos específicos y concretos que los docentes emplean en el aula para facilitar el aprendizaje. Estas estrategias son tácticas más detalladas y operativas dentro de una estrategia pedagógica. Pueden incluir actividades como discusiones en grupo, experimentos prácticos, mapas conceptuales y el uso de materiales audiovisuales.

Ejemplo aplicado

- *Modelo Pedagógico:* Constructivismo.
 - *Enfoque Pedagógico:* Enfoque centrado en el estudiante.
 - *Metodología Pedagógica:* Aprendizaje basado en problemas.
 - *Estrategia Pedagógica:* Uso de proyectos interdisciplinarios para resolver problemas reales.
 - *Estrategia Didáctica:* Organizar a los estudiantes en grupos pequeños para discutir y resolver casos de estudio.

Esta jerarquía muestra cómo cada nivel se deriva y se especializa a partir del anterior, proporcionando un marco cohesivo para el diseño y la implementación de la educación.

STEM

Nivel: Enfoque Pedagógico

- *Descripción:* el enfoque STEM es una orientación pedagógica que integra estas disciplinas para promover el aprendizaje interdisciplinario y desarrollar habilidades prácticas y de resolución de problemas. Dentro del marco de un modelo pedagógico (como el constructivismo o el aprendizaje basado en problemas), el enfoque STEM define cómo se deben integrar estas áreas del conocimiento y cómo se deben diseñar los aprendizajes para reflejar la interconexión entre las disciplinas.

Actividades Tecnológicas Escolares (ATE)

Nivel: Estrategia Didáctica / Estrategia Pedagógica

- *Descripción:* las ATE, que pueden incluir unidades de trabajo didáctico, son procedimientos específicos diseñados para implementar el enfoque STEM o cualquier otro enfoque pedagógico. Estas actividades son tácticas concretas que se utilizan en el aula para enseñar y aplicar conceptos tecnológicos y científicos. Las ATE pueden incluir proyectos, laboratorios, tareas prácticas y actividades en grupo que permitan a los estudiantes aplicar conocimientos en contextos reales y desarrollar habilidades técnicas.

Ubicación en la jerarquía

1. *Modelo Pedagógico:* general (ej., Constructivismo).
2. *Enfoque Pedagógico:* STEM (como un enfoque específico dentro del modelo pedagógico).
3. *Metodología Pedagógica:* metodologías para enseñar STEM (ej., Aprendizaje basado en proyectos).
4. *Estrategia Pedagógica:* planes para integrar STEM en el currículo (ej., Planes de unidad que incluyen proyectos interdisciplinarios).
5. *Estrategia Didáctica:* ATE y unidades didácticas específicas.

Ejemplo aplicado

- *Modelo Pedagógico:* constructivismo.
 - *Enfoque Pedagógico:* STEM.
 - *Metodología Pedagógica:* aprendizaje basado en proyectos.
 - *Estrategia Pedagógica:* diseño de unidades de trabajo interdisciplinarias que incluyen ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
 - *Estrategia Didáctica:* implementación de ATE, como un proyecto de diseño y construcción de un prototipo.

En relación con lo anterior, el enfoque STEM se ubica en el nivel de enfoque pedagógico y orienta cómo se deben integrar las disciplinas STEM en el proceso educativo. Las ATE se encuentran en el nivel de estrategia didáctica, siendo tácticas específicas que pueden ser utilizadas para aplicar el enfoque STEM y otros enfoques pedagógicos en el aula.

Evaluación y retroalimentación de ATE y STEM

Tanto en las ATE como en el enfoque STEM, la evaluación y retroalimentación son procesos integrales que buscan no solo medir el conocimiento adquirido, sino también mejorar el proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias prácticas y teóricas. La autoevaluación y la retroalimentación continua son fundamentales para fomentar el aprendizaje autónomo y la mejora continua, adaptando los métodos pedagógicos a las necesidades individuales de cada estudiante.

Para entender cómo se da la evaluación y retroalimentación tanto en las ATE como en el enfoque STEM, es fundamental analizar sus objetivos y métodos pedagógicos.

Evaluación y retroalimentación en las ATE

Las ATE se centran en la adquisición de competencias prácticas y habilidades a través de proyectos tecnológicos específicos. La evaluación en ATE se orienta hacia la competencia práctica y el desarrollo autónomo del estudiante.

Evaluación formativa en ATE

La evaluación en ATE tiene un enfoque formativo, donde el estudiante evalúa su propio aprendizaje de manera continua. Este tipo de evaluación no se enfoca en otorgar calificaciones, sino en mejorar el proceso de aprendizaje y

desarrollo de competencias. Según Delgado y Oliver (2009), algunas características de esta evaluación formativa incluyen:

1. *Autonomía del Estudiante*: el estudiante realiza la evaluación de manera independiente, lo que fomenta el aprendizaje autónomo.
2. *Disponibilidad de Recursos*: se proporciona toda la información y recursos necesarios para realizar la autoevaluación.
3. *Detallado de Respuestas*: las respuestas deben ser detalladas, explicando los objetivos y la manera de alcanzarlos.
4. *Guía Paso a Paso*: se debe proporcionar una guía con los pasos a seguir para lograr los objetivos propuestos.
5. *Materiales Adicionales*: se deben ofrecer materiales adicionales, preferiblemente diseñados por el docente.
6. *Periodicidad de la Evaluación*: la evaluación debe ser periódica para permitir al estudiante evaluar su progreso y reorientar su proceso de aprendizaje si es necesario.
7. *Retroalimentación Inmediata*: el estudiante debe recibir retroalimentación inmediata para verificar su progreso y áreas de mejora.

Evaluación y retroalimentación en el enfoque STEM

El enfoque STEM promueve una evaluación continua y personalizada que se centra en el desarrollo de habilidades y competencias específicas de estas áreas. La evaluación en STEM no solo mide el conocimiento adquirido, sino también la aplicación práctica de ese conocimiento en proyectos y problemas del mundo real.

Evaluación continua en STEM

La evaluación en STEM es continua y se integra en el proceso de aprendizaje para ofrecer retroalimentación constante. Esto permite a los estudiantes ajustar sus métodos y mejorar continuamente. Según el documento Educación STEM y su Aplicación, de Gras (coord) y Alí (2023), algunas características de la evaluación en STEM incluyen:

1. *Evaluación Personalizada*: la evaluación se adapta a las necesidades individuales de cada estudiante, teniendo en cuenta su progreso y áreas específicas de mejora.
2. *Retroalimentación Continua*: la retroalimentación es un proceso constante que ayuda a los estudiantes a comprender mejor sus fortalezas y debilidades.
3. *Enfoque en Competencias*: la evaluación se centra en el desarrollo de competencias clave en STEM, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad.
4. *Proyectos Interdisciplinarios*: los estudiantes son evaluados a través de proyectos que integran varias disciplinas de STEM, fomentando una comprensión holística y aplicada de los conceptos.
5. *Evaluación Formativa y Sumativa*: la evaluación incluye tanto componentes formativos (para guiar y mejorar el aprendizaje) como sumativos (para medir el logro de los objetivos educativos).

Conclusiones

En el ámbito de la educación tecnológica, el enfoque STEM y las ATE se presentan como procesos complementarios y enriquecedores. STEM integra disciplinas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos prácticos. Por su parte, las ATE, mediante estrategias didácticas como el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el diseño, el análisis y la construcción, adaptan el aprendizaje a contextos específicos y desarrollan competencias técnicas y habilidades creativas y críticas de manera holística.

Aunque STEM y ATE comparten objetivos comunes, es esencial reconocer sus diferencias para una correcta aplicación pedagógica. STEM se enfoca en disciplinas específicas con el objetivo de un aprendizaje de conceptos transferibles, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos prácticos, con la meta de preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo en constante avance científico y tecnológico, mientras que ATE abarca una gama más amplia, incluyendo aspectos sociales y éticos del uso de la tecnología.

Dado que las ATE se constituyen como una estrategia didáctica, pueden ser incorporadas dentro de las actividades STEM, fortaleciendo su carácter interdisciplinario y promoviendo experiencias de aprendizaje contextualizadas. La integración de las ATE dentro del enfoque STEM permite diseñar secuencias didácticas más estructuradas, donde los estudiantes no solo desarrollan habilidades, sino que también reflexionan sobre el impacto social y ambiental de la tecnología.

El análisis comparativo de ambos revela que su integración es no solo posible, sino también beneficiosa, permitiendo un enfoque educativo más adaptativo y holístico. Esta sinergia prepara mejor a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI y promueve una educación más rica e inspiradora, impulsando a los educadores a desarrollar métodos innovadores y contextualizados para el aprendizaje tecnológico.

Referencias

- Alianza para la Promoción de STEM (Appstem). (2019). *Visión STEM para México*. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>
- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Breukelen, D. H., Vries, M. J. y Schure, F. A. (2016). Concept learning by direct current design challenges. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(3), 407-430. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9335-8>
- Bybee, R. W. (2013). *El caso de la educación STEM: desafíos y oportunidades*. Asociación Nacional de Profesores de Ciencias.
- CORFO. (s.f.). *Corporación de Fomento de la Producción*. https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476720691497&yd=Touchypagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2F-corfoDetalleNoticiaNacionalWeb
- Delgado, A. M. y Oliver, R. (2009). Interacción entre la evaluación continua y la autoevaluación formativa: La potenciación del aprendizaje autónomo. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, (4), 1-13. <https://doi.org/10.4995/reduce.2009.631>
- Global STEM Alliance. (2016). *STEM education framework*. https://www.nyas.org/media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf
- Gras, M. (Coord.), y Alí, C. (2023). *Educación STEM y su aplicación: Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEM.
- Holguín, O. (2012). *Experiencia pedagógica y didáctica de los programas de formación permanente para docentes (PFPD): Diseño de actividades tecnológicas en escenarios ciudadanos y actividades pedagógicas en ambientes para el aprendizaje de la tecnología*. https://www.researchgate.net/publication/316780776_Articulo_de_Reflexion_sobre_procesos_de_formacion_continuada_para_maestros_en_Bogota
- Johnson, C. C., Mohr-Schroeder, M. J., Moore, T. J. y English, L. D. (Eds.). (2020). *Manual de investigación sobre educación STEM* (1ª ed.). Routledge.
- Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(6). <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0006-1>

- MEN. (1994). *Ley General de Educación de Colombia (Ley 115 de 1994)*.
- Merchán, C. (2014). Pedagogía del diseño (¿Es enseñable el diseño?). En *Actas de Diseño IX. IX Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" – V Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño. Comunicaciones Académicas* (pp. 78–89)
- Molina Vásquez, R. (Comp.). (2019). *Encuentro de Docentes e Investigadores en Educación en Tecnología: Memorias, número 2*. Editorial UD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Otálora, N. (2008). *Las Actividades Tecnológicas Escolares: Herramientas para educar*. En *Encuentro Nacional de Experiencias Curriculares y de Aula en Educación en Tecnología e Informática*.
- Quintana, A. (2015). *Analizando-Ando*. [Inédito].
- Quintana, A., Páez, J. y Téllez, P. (2014). *Actividades Tecnológicas Escolares y energías renovables*. DIDACTEC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rodríguez, L. D., Ospina, O. E. y Blanco, V. M. (2017). *Actividades tecnológicas escolares como potenciadoras de las habilidades comunicativas en inglés*. <http://hdl.handle.net/10554/51537>
- Ruiz Vicente, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. <http://hdl.handle.net/10637/8739>.
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Vasco, C. (2006). *Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019*. Academia Colombiana de Pedagogía y Educación.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. y Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Heinemann.
- Wynne, H. (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: Competencias de ciencias en la escuela*. Alfaomega Popular.



La creatividad en la educación científica: una experiencia de aula en torno al concepto de ondas sonoras

- Creativity in Science Education: A Classroom Experience on the Concept of Sound Waves
- Criatividade na educação científica: experiência de sala de aula sobre o conceito de ondas sonoras

Jhon Daniel Pabón-Rúa* 
Sonia Yaneth López-Ríos** 

Forma de citar este artículo:

Pabón-Rúa, J. D. y López-Ríos, S. Y. (2025). Creatividad en la educación científica: experiencia de aula sobre el concepto de ondas sonoras, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 292 - 310. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-20708>

Resumen

La creatividad se constituye en una de las denominadas habilidades del siglo XXI y adquiere especial relevancia como mecanismo de adaptación al contexto actual; la educación como medio de inculturación de los sujetos desempeña en este sentido un papel fundamental para su promoción y desarrollo. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar, desde una perspectiva sociocultural, los actos creativos de un grupo de estudiantes de undécimo grado en el marco de una experiencia de aula en la que se abordó el concepto de ondas sonoras. Para ello se realizó un estudio de caso colectivo en el que participaron cinco casos. Se encontró que, a través de la experiencia, los participantes lograron asignar nuevos sentidos a los significados de la ciencia y establecieron relaciones novedosas entre el significado y el sentido social del fenómeno de ondas sonoras; tanto desde las narrativas que construyeron, como de las representaciones que hicieron de las mismas a través de diferentes herramientas tecnológicas. Las relaciones entre creatividad y aprendizaje son profundas y necesarias en la medida que los actos creativos dan cuenta de cómo los sujetos no solo se apropian, sino que también transforman los significados de la ciencia, para este caso específico, de la física.

Palabras clave

creatividad; educación científica; innovación educativa; escuela

* Doctor en Educación, profesor catedrático, Universidad de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia, jhon.pabon@udea.edu.co

** Doctora en Enseñanza de las Ciencias, profesora titular, Universidad de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia, sonia.lopez@udea.edu.co

Reporte de Caso Educativo

Fecha de recepción: 27/01/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

Creativity is recognised as one of the key 21st-century skills and holds particular importance as a mechanism for adapting to contemporary contexts. Education, as a means of cultural transmission, plays a fundamental role in fostering and developing this ability. This study aimed to analyse, from a sociocultural perspective, the creative acts of a group of Year 11 students during a classroom experience focused on the concept of sound waves. A collective case study was conducted involving five individual cases. The findings revealed that, through the experience, participants were able to assign new meanings to scientific knowledge and establish novel connections between the meaning and the social relevance of the sound wave phenomenon—both through the narratives they constructed and the representations they created using various technological tools. The relationship between creativity and learning is profound and necessary, as creative acts not only reflect how individuals appropriate scientific concepts but also how they transform them—in this case, within the field of physics.

Keywords

[creativity](#); [science education](#); [educational innovation](#); [schooling](#)

Resumo

A criatividade é considerada uma das habilidades fundamentais do século XXI e adquire relevância especial como mecanismo de adaptação ao contexto contemporâneo. A educação, enquanto meio de inculturação dos sujeitos, desempenha papel essencial na sua promoção e desenvolvimento. Este trabalho teve como objetivo analisar, sob uma perspectiva sociocultural, os atos criativos de um grupo de estudantes do 3º ano do ensino médio durante uma experiência de sala de aula voltada ao conceito de ondas sonoras. Foi realizado um estudo de caso coletivo com a participação de cinco casos. Constatou-se que, por meio da experiência, os participantes conseguiram atribuir novos sentidos aos significados da ciência e estabelecer relações inovadoras entre o significado e o sentido social do fenômeno das ondas sonoras—tanto a partir das narrativas que construíram quanto das representações que elaboraram utilizando diferentes ferramentas tecnológicas. A relação entre criatividade e aprendizagem é profunda e necessária, na medida em que os atos criativos revelam como os sujeitos não apenas se apropriam, mas também transformam os significados da ciência—neste caso específico, da física.

Palavras-chave

[criatividade](#); [educação científica](#); [inovação educacional](#); [escola](#)

Introducción

Las capacidades de imaginar y crear son características propias de la especie humana, las cuales han posibilitado el avance de las civilizaciones a lo largo de la historia, además de constituirse en mecanismos evolutivos que han permitido al *homo sapiens* resolver problemas, experimentando soluciones en medio de un balance entre la atención y el riesgo (Conradty y Bogner, 2020). La creatividad hace parte de nuestro legado biológico y cultural y su complejidad hace que múltiples factores intervengan en su desarrollo, pues tanto la personalidad del sujeto como el ambiente presentan una importante influencia sobre ella, esto ha hecho que se constituya en objeto de múltiples discusiones y que sea abordada desde diferentes perspectivas disciplinares.

En el contexto actual, la creatividad se destaca como una habilidad crucial para afrontar los rápidos cambios y la incertidumbre en la sociedad, especialmente en el ámbito educativo científico. Diversos autores (Hadzigeorgiou, 2012; Barbosa y Baptista, 2018) subrayan su importancia, argumentando que la actividad científica implica una constante producción creativa en la construcción del conocimiento. A pesar de este reconocimiento, los estudiantes aún tienden a limitarse a la reproducción literal de datos científicos, lo que sugiere la necesidad de fomentar la creatividad científica, relacionada precisamente con la reinterpretación de los significados de la ciencia desde sus universos lingüísticos.

Específicamente, en la enseñanza de la física, luego de analizar la creatividad científica desde una propuesta relacionada con las Leyes de Newton, Barbosa y Baptista (2018) manifiestan que la gran mayoría de los estudiantes no hicieron una reinención de los significados y, por tanto, permanecieron en un nivel de reproducción del contenido en lugar

de crearlo y recrearlo, posiblemente debido a la falta de momentos y espacios en los que estos pueden plantear soluciones alternativas frente a los problemas que presenta el profesor (Nurulsari y Suyatna, 2017).

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la necesidad de identificar herramientas y estrategias pedagógicas que favorezcan la creatividad de los estudiantes en el marco de la educación científica. Pulgar y Spina (2019) plantean en este sentido que, en el siglo XXI, en la enseñanza de la física se debe trascender la idea de aprendizaje como el dominio de un concepto y pasar a la posibilidad de que los estudiantes puedan pensar de manera creativa con este.

Fundamentación de la experiencia

Uno de los pioneros del estudio de la creatividad es Lev Vygotsky, el cual desarrolló la teoría sociocultural. Esta hace énfasis en la importancia de los entornos social y cultural en la formación de la mente y el desarrollo cognitivo; su trabajo tuvo implicaciones significativas para el estudio de la creatividad.

Desde la perspectiva Vygotskiana, cualquier actividad de orden antrópico que genere algo nuevo puede considerarse un acto creativo, considerando que lo creado puede tener una naturaleza física, mental o emocional; habita en el sujeto que lo crea y es reconocido por este (Vygotsky, 1987). Desde la Teoría Sociocultural de Vygotsky se abordan las relaciones entre la imaginación y la apropiación de conceptos, especialmente en la adolescencia y en la edad adulta, dado que en estas etapas se elaboran abstracciones del mundo y se interactúa con ellas. Un proceso diferente ocurre en las primeras edades, puesto que el proceso mental priorizado es la fantasía y en consecuencia la relación con los conceptos es difusa o simplemente no existe.

La creatividad, desde una perspectiva sociocultural, es análoga a la internalización, considerada como “un proceso que contempla al menos dos operaciones semióticas, la interiorización de códigos culturales y la resignificación de lo ya culturalmente significado” (Barbosa y Baptista, 2018, p. 62). El concepto de internalización no se limita a la adquisición de un conocimiento que transita de lo externo a lo interno del sujeto, sino a la resignificación que hace el sujeto de dicho conocimiento alterando los sentidos de este a través del lenguaje, lo cual le permite alcanzar niveles cada vez más elevados de consciencia. Steiner y Morán (2003) precisan que las personas creativas pueden ampliar los sentidos de una palabra o símbolo, aportar un nuevo sentido al significado social del fenómeno o incluso crear nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno. Esta asignación de nuevos sentidos a los significados de la ciencia requiere de importantes niveles de apropiación conceptual; la creatividad en ciencias es un acto consciente de aprendizaje que trasciende con creces el hecho de memorizar datos y replicar contenido. En relación con lo anterior, algunos trabajos (Amin *et al.*, 2021; Boyle, 2021; Rahmawati *et al.*, 2021) coinciden en que los procesos de aprendizaje en física se ven favorecidos desde el enfoque *Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics* (STEAM) por implicar a los estudiantes en actividades mediante las cuales deben aplicar los conceptos de la ciencia a contextos reales usando su creatividad.

La perspectiva sociocultural, al considerar el entorno social y la forma en la que los individuos transforman significados, ofrece oportunidades valiosas para estudiar la creatividad en el ámbito escolar, específicamente en la educación científica. En la presente investigación se utilizaron la escritura científica creativa y la representación de fenómenos por medio de tecnologías como estrategias que favorecen el desarrollo de la creatividad (Hadzigeorgiou *et al.*, 2012). Al respecto, Leroy y Romero (2021) ponen de manifiesto la necesidad de “establecer estrategias para crear soluciones utilizando materiales tecnológicos, y desarrollar el pensamiento crítico de los alumnos para ayudarles a entender cómo no sólo utilizar una determinada tecnología, sino también crear algo nuevo con ella” (p. 2).

A continuación, se realiza una contextualización y descripción de la experiencia en la cual se abordó el fenómeno físico de las ondas sonoras.

Descripción de la experiencia

La experiencia en cuestión se llevó a cabo en el marco de una investigación doctoral que tiene como objetivo analizar el desarrollo de la creatividad científica en el aprendizaje de las ondas sonoras desde una perspectiva sociocultural, enmarcada en la educación STEAM.

La actividad se realizó durante el segundo semestre del año 2023 en el Colegio Gimnasio Cantabria ubicado en el municipio de la Estrella, Antioquia, Colombia; teniendo como participantes un grupo de estudiantes de undécimo grado. El grupo estuvo constituido por 15

estudiantes con edades que oscilaban entre los 13 y 15 años, con los cuales se organizaron cinco subgrupos (G1, G2, G3, G4 y G5) para la realización de la actividad.

En la Tabla 1 se presenta la secuencia de actividades de la experiencia.

Tabla 1. Actividades de la experiencia con sus respectivos objetivos

Actividades	Objetivo
¿Qué es el sonido?	Consultar información relacionada con las características del sonido y su comportamiento bajo diferentes condiciones.
Interactuando con una simulación sobre las características del sonido.	Caracterizar el sonido desde el punto de vista físico, a partir de la interacción con una simulación de ondas sonoras. Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html .
Mapa mental o conceptual.	Construir un mapa mental o conceptual sobre ondas sonoras teniendo en cuenta conceptos asociados a estas.
Historia de una partícula.	Construir y representar mediante un instrumento tecnológico la historia de una partícula de aire antes, durante y después de un concierto, describiendo lo que experimenta en términos físicos.

Fuente: elaboración propia.

Este artículo describe el análisis de la última actividad, que difiere de las tres anteriores centradas en fortalecer la apropiación conceptual. En la cuarta actividad, se explora la posibilidad de transformar significados relacionados con las ondas sonoras, al pedir a los estudiantes que utilicen una herramienta tecnológica para representar una historia sobre la experiencia de una partícula de aire antes, durante y después de un concierto, incorporando conceptos asociados a las ondas sonoras.

Sistematización y análisis de la experiencia

El estudio se llevó a cabo bajo un enfoque constructivista enmarcado en el paradigma

cualitativo (Guba y Lincoln, 2002). Además, se selecciona el estudio de casos colectivo como método; que, de acuerdo con Stake (2010), se realiza para proporcionar una comprensión general del fenómeno utilizando una serie de estudios de caso instrumentales. Para la recolección de la información se aplicaron diferentes técnicas como el taller y la observación participante. Para analizar la información se realizó análisis documental, a través del cual se revisaron los productos elaborados por los estudiantes. Las categorías y códigos que se definieron para el análisis de la información recolectada se encuentran representadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Proceso de categorización y codificación

Categorías	Código	Descripción
Nuevos sentidos al significado social del fenómeno.	NSSS	Los participantes generan nuevas formas para interpretar y relacionarse con el significado social del fenómeno, aportando nuevas perspectivas a los conceptos científicos establecidos a partir de recursos como metáforas y/o personificaciones.
Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno.	NRSS	Los participantes aportan nuevas formas de entender y percibir un fenómeno científico al establecer conexiones innovadoras y significativas entre conceptos y contextos aparentemente dispares o lejanos.

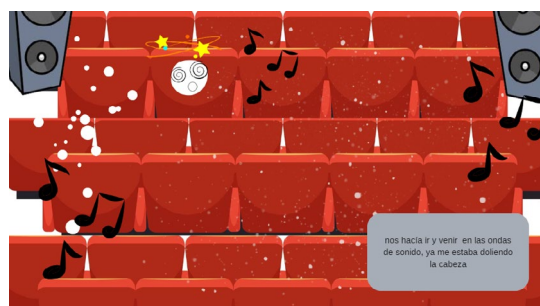
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan las historias construidas por los estudiantes, la descripción de los nuevos sentidos al significado social del fenómeno y las nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno. Posteriormente, se realiza un análisis general de la información obtenida.

Tabla 3. Análisis de la historia construida por G1

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Fui a un concierto en el que escucharía diferentes géneros de música. Primero, se presentó una banda de <i>heavy metal</i> , vi mi amiga partícula de aire y fui hasta donde ella. Por tanto sonido que había, oscilábamos con bastante intensidad, estábamos cerca de los bafles y la vibración que se sentía era demasiado fuerte y nos hacía ir y venir en las ondas de sonido, ya me estaba doliendo la cabeza cuando de repente salió Eminem y empezó a cantar sus canciones, tenían un ritmo muy diferente, no me movía tanto en las ondas. Este género de música me gustó más que el anterior, su longitud de onda hacía que su frecuencia y, al mismo tiempo, su tono, fueran totalmente diferentes. Después llegó una cantante que jamás había escuchado antes pero su timbre de voz era muy peculiar y me gustó mucho, era suavcita así que tuvieron que aumentar la amplitud para que todos pudieran escucharlo mejor. Gracias a este concierto conocí sonidos fantásticos y mis oídos lograron deleitarse.	Se plantea la historia como si fuese la partícula quien la narrara. La partícula se pone en un contexto en el que experimenta diferentes emociones y sensaciones.	Se asocia la cantidad de ondas sonoras en el ambiente con un mayor número de oscilaciones, al igual que con la energía de estas. Se establece una relación entre la cercanía a la fuente, la intensidad del sonido y las características de las oscilaciones. Se identifican las propiedades que hacen que las características del sonido cambien. Se identifica la manera en que se relaciona el volumen con la amplitud de la onda.

Representación:



Enlace: <https://www.Canva.com/design/DAFq9JsYg1E/PdfzbMhjuZmNymZ-BUVO5g/view>

Fuente: elaboración propia.

Como medio para representar la historia, G1 utilizó *Canva*, una herramienta de diseño gráfico en línea que les permitía crear una amplia gama de diseños a partir de plantillas predefinidas, elementos gráficos, fuentes y herramientas de edición. Los participantes representan los estados emocionales y sensaciones de la partícula haciendo uso de emoticones y

acondicionan el escenario con elementos que van a provocar las oscilaciones en las partículas del aire. Además, presentan los diferentes cantantes que van a participar del concierto. En la Figura 1 se puede evidenciar la representación de la reacción de la partícula frente a las vibraciones generadas por el género musical que estaba escuchando.

Tabla 4. Análisis de la historia construida por G2

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Hoy presentaremos el comportamiento de una partícula de aire en distintas frecuencias, intensidades y sonidos. Aquí tenemos a nuestra partícula, la cual va a entrar a un concierto de <i>Rock and Roll</i> . Podemos ver cómo la partícula vibra intensamente gracias a que la longitud de onda es muy corta y su amplitud muy alta. Ahora nuestra partícula va a entrar en un teatro en el que se va a escuchar música clásica, podemos ver cómo la partícula disfruta del ritmo y vibra menos haciendo menos oscilaciones ya que la intensidad de la música es baja.	El participante da cuenta de la personificación de la partícula de aire cuando en la historia la sitúa en diferentes escenarios. Se le atribuyen emociones a la partícula.	P2 establece una relación de proporcionalidad entre la longitud de la onda, la amplitud y la intensidad de la vibración de la partícula.

Representación:



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=gN1AMPyELyc>

Fuente: elaboración propia.

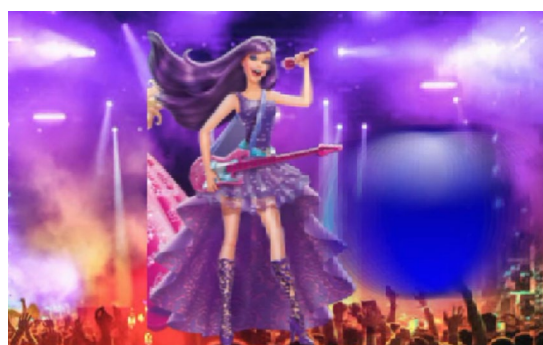
G2 optó por el videojuego *Fortnite* para representar la historia, aprovechando su “modo creativo”, que ofrece herramientas de construcción y elementos prefabricados. Utilizaron el juego para crear dos escenarios donde las partículas protagonistas representan

las vibraciones del aire. El primer escenario recrea un concierto de rock, mostrando las oscilaciones intensas de la partícula, mientras que el segundo presenta un teatro con música clásica, donde las vibraciones adquieren menor intensidad.

Tabla 5. Análisis de la historia construida por G3

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Estaba yo preparándome para entrar al concierto de Feid, estaba haciendo la fila y me demoré como 2 horas para entrar, pues la gente me empujaba mucho y había mucha presión entre unos y otros, pero al fin pude entrar. Estaba ubicado en el palco, justo al frente del parlante principal, y comenzaron las pruebas de sonido. Primero salió un DJ llamado DJ orejas y empezó a poner guaracha con un tono muy agudo, lo que me puso alegre y me puso a moverme muy rápido, además que tenía una frecuencia muy alta lo cual producía muchas vibraciones muy intensas y rápidas y todo el escenario estaba retumbando a pesar de que el periodo de las vibraciones había disminuido porque le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. Por fin había terminado el DJ de tocar y salió el siguiente telonero, era una estrella de rock poco conocida, y empezó a cantar con un timbre super grave en su voz, las ondas que producía el baffle a pesar de su gran volumen, no me hacían mover tanto como las de la guaracha, el rock no era mi género favorito. Después de una larga espera, por fin salió Feid, su canción alcanzó una inmensa longitud de onda abarcando todo el lugar y todos estábamos muy emocionados! (P3).	La participante hace una personificación de la partícula ubicándola en diferentes escenarios y dando cuenta de lo que allí experimenta. P3 además le asigna determinadas emociones e incluso gustos musicales.	La participante da cuenta de su comprensión de lo que es una onda sonora al considerarla el producto de cambios de presión en el aire y lleva dicha comprensión a otros contextos. Hace explícita la articulación que establece en la narrativa entre la relación proporcional del tono y la frecuencia entendida como el número de oscilaciones por unidad de tiempo. Reconoce una relación inversa entre las variables de frecuencia y periodo. Se puede identificar una asociación entre el timbre y el tono. Manifiesta una comprensión espacial de las longitudes de ondas en tanto oscilaciones en el aire.

Representación:



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=gN1AMPyElyc>

Fuente: elaboración propia.

G3 empleó un editor de video y tecnología de inteligencia artificial para representar la historia. El editor de video les permitió manipular secuencias de audio y video, eliminando segmentos no deseados y aplicando modificaciones. Utilizaron la inteligencia artificial para generar una voz narrativa específica, la cual incorporaron al video. Mostraron cómo la partícula oscila de manera diferente ante distintos tipos de música, representando las variaciones en los cambios de presión del aire.

Tabla 6. Análisis de la historia construida por G4

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos, cuando empezó a sonar la música, iniciaron con una pieza de música clásica la cual era muy variada pero siempre con un muy buen timbre, había momentos en que apenas sentíamos el movimiento, mientras nos deslizábamos suavemente a cada lado con el ritmo. Después, aumentaba el volumen, la amplitud y la frecuencia con la que sonaba cada nota y sentía cómo nos agrupábamos en grandes tumultos solo para alejarme breve e inmediatamente volver a otro. Posteriormente, decidieron continuar con algo de jazz, era un toque más suave y relajante. Las otras partículas y yo oscilábamos lentamente con el grave tono por la mayor longitud de onda de la onda. Y, para terminar, tocaron <i>heavy metal</i>. Esos sonidos casi violentos me hacían vibrar para un lado y para otro hasta que ya no reconocía el ritmo. Solo pensaba en lo juntos que estábamos todos a pesar de haber tantos espacios vacíos. Al fin se detuvo la música, ya estaba muy agitado de tanta intensidad, pero todo se calmó y pudimos esparcirnos a una distancia decente unos de otros.	P6 le atribuye a la partícula un estado de incomodidad. De igual manera es clara la personificación cuando habla de la agrupación de partículas.	A través de diferentes expresiones P6 da cuenta de que entiende las ondas sonoras como cambios de presión en el aire. Es notable la comprensión que presenta frente al hecho de que las ondas son oscilaciones en las partículas del aire. Establece una relación entre el tono y las características de la oscilación. Da cuenta de la distribución de las partículas en el aire en la propagación de onda, fenómeno en el cual hay zonas de mayor y menor densidad. Explica el comportamiento de las partículas cuando no hay una determinada perturbación en el medio.

Representación:



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=MriLNmudBtw>

Fuente: elaboración propia.

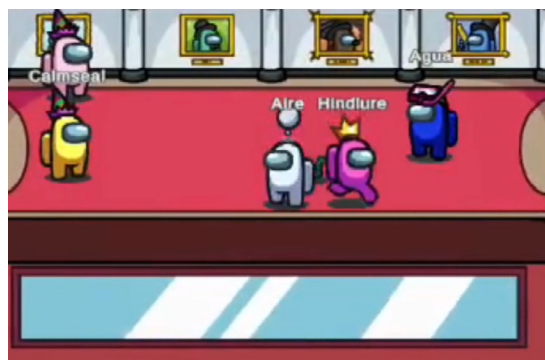
G4 utilizó la aplicación *TweenCraft* para representar la historia, permitiéndoles elegir escenarios y personajes con voces y movimientos atribuibles. Diseñaron un escenario donde la partícula bailaba de manera única

según el tipo de música. Al llegar a casa, la partícula permanece quieta al no haber sonidos que perturben el medio, representando la ausencia de vibraciones en el aire.

Tabla 7. Análisis de la historia construida por G5

Evidencia	Nuevos sentidos al significado social del fenómeno	Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno
Para estos 15 (cumpleaños), varias partículas de diversos compuestos fueron invitadas, incluyendo las de aire y agua, que se disponían a conquistar a la quinceañera en la fiesta con sus voces y movimientos. El día de la fiesta, las dos partículas asistieron. La quinceañera bajó las escaleras y comenzó a sonar el vals. Bailó con todas las partículas, quienes seguían muy bien la música, yendo al ritmo del compás, exceptuando por la de agua, pues bailaba con una velocidad mayor a la de la música. Después de comer, por fin comenzó la fiesta. Todas las partículas bailaban con mucha energía, tanto así que, al moverse, las partículas invitadas se propagaban mediante oscilaciones y cambiaban la presión del salón. Para animar un poco la fiesta, el DJ propuso hacer una batalla de rap donde el que ganara, podría salir con la quinceañera. Agua y Aire se postularon de primeros y empezó la batalla. Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados, pero agua no se dejó intimidar y cantó con su grave voz. Aunque ambas se escuchaban diferente, sus voces lograban hacer ondas de la misma longitud, pues una era más aguda, pero iba más lento, mientras que con la otra pasaba el caso contrario. En medio de la fiesta, dos partículas extrañas se infiltraron y todas las partículas empezaron a correr, pero fueron alcanzadas.	Inicialmente, los participantes ponen las partículas en el contexto de un cumpleaños estableciendo algunas diferencias entre la naturaleza y proveniencia de estas. También le asignan a una de las partículas el papel de la joven que está cumpliendo años. Les atribuyen actividades como alimentarse. Les otorgan características diferentes a las partículas de agua y aire y hacen que interactúen.	Las participantes explicitan la diferencia en las velocidades de propagación del sonido en el aire y el agua. De igual manera, dan cuenta de su comprensión sobre el mecanismo de propagación de las ondas por medio de la transferencia de energía de una partícula a otra y asocian ello al hecho de que en el medio se produzcan cambios de presión debidos a las oscilaciones de dichas partículas. Establecen una relación de proporcionalidad directa entre la frecuencia y el tono atribuyéndole también propiedades de intensidad. Establecen una interesante comprensión de la manera en que la oscilación de una partícula se ve afectada por el medio en el que se propaga.

Representación:



Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=E9xavbXI06M>

Fuente: elaboración propia.

Las participantes de este grupo enfrentaron un desafío creativo al utilizar *Among Us*, que presentaba más elementos predeterminados en comparación con otras tecnologías. A pesar de esto, lograron adaptar con éxito la historia a las posibilidades de la herramienta, demostrando su imaginación al hacer que

la partícula de agua se moviera más rápido que la de aire, reflejando la velocidad del sonido en ambos medios. También ajustaron los movimientos para representar la diferencia en la amplitud de la onda en diferentes medios frente a un mismo sonido.

Análisis general de los actos creativos de los diferentes grupos

A continuación, se presenta un análisis de los elementos en común que se encontraron en los diferentes equipos, tanto desde los sentidos que les asignaban a los fenómenos como de las nuevas relaciones que establecían entre el significado y el sentido del fenómeno de las ondas sonoras.

Nuevos sentidos al significado social del fenómeno

Puede identificarse que los grupos, para hablar del comportamiento de las partículas, las ubican en diferentes contextos:

Fui a un concierto en el que escucharía diferentes géneros de música (G1), ahora nuestra partícula va a entrar en un teatro. (G2)

Para estos 15 (cumpleaños), varias partículas de diversos elementos y compuestos fueron invitados [...] el DJ propuso hacer una batalla de rap donde el que ganara. (G5)

Estaba yo preparándome para entrar al concierto. (G4)

También, los diferentes grupos les atribuyeron emociones: “su timbre de voz era muy peculiar y me gustó mucho” (G1), “lo que me puso alegre” (G3), “y todos estábamos muy emocionados” (G3); sensaciones: “pues la gente me empujaba mucho” (G3), “Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos” (G4), “ya me estaba doliendo” (G1); y gustos: “su timbre de voz era

muy peculiar y me gustó mucho” (G1), “el rock no era mi género favorito” (G3).

Nuevas relaciones entre el significado y el sentido del fenómeno

Las nuevas relaciones establecidas por los estudiantes entre el significado y el sentido del fenómeno dan cuenta de su proceso de aprendizaje del concepto ondas sonoras al aludir creativamente importantes características de estas, por ejemplo, referente al movimiento oscilatorio:

Por tanto sonido que había, oscilábamos con bastante intensidad. [...] la vibración que se sentía era demasiado fuerte y nos hacía ir y venir en las ondas de sonido. (G1)

[...] había momentos en que apenas sentíamos el movimiento, mientras nos deslizábamos suavemente a cada lado con el ritmo. [...] Al fin se detuvo la música, ya estaba muy agitado de tanta intensidad, pero todo se calmó y pudimos esparcirnos a una distancia decente unos de otros. (G5)

[...] vibra menos haciendo menos oscilaciones. (G2)

[...] le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. (G3)

Pudo observarse que, al hacer referencia a las ondas sonoras como movimientos oscilatorios o vibracionales de las partículas de aire, los estudiantes muestran un indicio importante de aprendizaje que se acerca a la definición de onda sonora como el resultado de la oscilación de las partículas de un medio que transportan energía creando un patrón de compresiones y rarefacciones. Además, si bien no se hace mención explícita al concepto de amplitud, los estudiantes identifican que en algunas oscilaciones las partículas

abarcan más espacio que en otras, acercándose de cierta manera a este concepto referente a la magnitud máxima del desplazamiento de las partículas desde su posición de equilibrio.

También dieron cuenta de las ondas como cambios de presión en el aire: “me empujaba mucho y había mucha presión entre unos y otros” (G3), “las partículas invitadas se propagaban mediante oscilaciones y cambiaban la presión del salón” (G5). Particularmente, G4 puso de manifiesto su comprensión sobre este aspecto de las ondas sonoras “Apenas estábamos entrando y ya sentía una leve presión al estar todos juntos”, “sentía cómo nos agrupábamos en grandes tumultos”, “solo pensaba en lo juntos que estábamos todos a pesar de haber tantos espacios vacíos”. Las expresiones de los estudiantes se aproximan a la idea científica de que las ondas sonoras son variaciones de presión que viajan a través de un medio y de que la forma en la que las ondas sonoras interactúan con el medio y nuestras percepciones de ellas están influenciadas por cómo cambian y se distribuyen dichas presiones en el medio.

De igual manera el proceso de aprendizaje del concepto de ondas sonoras pudo identificarse en las relaciones entre las variables asociadas a dicho concepto, tales como frecuencia y tono: [...] empezó a poner guaracha con un tono muy agudo lo que me puso alegre y me puso a moverme muy rápido además que tenía una frecuencia muy alta. (G3)

Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados. (G5)

[...] su longitud de onda hacía que su frecuencia y al mismo tiempo su tono fuera totalmente diferentes. (G1)

Lo anterior da cuenta en cierta medida de la relación que construyeron los estudiantes entre variables que definen las propiedades del sonido, teniendo en cuenta que la frecuencia de una onda sonora determina su tono, y está inversamente relacionada con la longitud de onda.

La mayoría de los grupos hizo explícita la relación entre ondas sonoras y vibración de las partículas:

[...] el periodo de las vibraciones había disminuido porque le tomaba menos tiempo realizar una oscilación. (G3)

[...] estábamos cerca de los bafles y la vibración que se sentía era demasiado fuerte. (G1)

[...] podemos ver cómo la partícula disfruta del ritmo y vibra menos haciendo menos oscilaciones ya que la intensidad de la música es baja. (G2)

[...] lo cual producía muchas vibraciones muy intensas y rápidas y todo el escenario estaba retumbando. (G3)

Esos sonidos casi violentos me hacían vibrar para un lado y para otro. (G4)

Una vez más, los estudiantes dan cuenta de la manera en que construyen el significado de onda sonora, esta vez acercándose al concepto de intensidad como la cantidad de energía que la onda sonora transporta por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación por unidad de tiempo. Por ejemplo, G3 menciona que, al estar cerca de los bafles, la vibración era demasiado fuerte, lo cual podría explicarse, por ejemplo, por la relación entre la amplitud (volumen) y la intensidad, en la que la intensidad del sonido es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda sonora.

Dos de los cinco equipos pusieron de manifiesto la percepción espacial de una oscilación representada en una onda:

Después de una larga espera por fin salió Feid, su canción alcanzó una inmensa longitud de onda abarcando todo el lugar. (G3)

Aire cantaba en un tono muy agudo, tanto que su frecuencia lograba aturdir a los demás invitados, pero agua no se dejó intimidar y cantó con su grave voz. Aunque ambas se escuchaban diferente, sus voces lograban hacer ondas de la misma longitud, pues una era más aguda, pero iba más lento, mientras que con la otra pasaba el caso contrario. (G5)

El nivel de apropiación conceptual que demuestra G5 es tal que vale la pena realizar un análisis detallado de los elementos que debieron tener en cuenta para relacionar creativamente la velocidad del sonido en diferentes medios con la distribución espacial de la onda. En el aire, el sonido tiene una velocidad de aproximadamente 343 m/s. Si "Aire" está generando un tono muy agudo, el sonido viaja rápidamente y, debido a su alta frecuencia, su longitud de onda es corta. El sonido viaja más rápido en el agua, alrededor de 1,484 m/s; debido a la mayor densidad y elasticidad del

agua. Ahora bien, aunque "Agua" tiene un tono grave, la mayor velocidad de propagación en el agua puede compensar su baja frecuencia, permitiendo que las longitudes de onda sean equivalentes a las del aire.

La narración refleja la relación que construyeron los estudiantes entre frecuencia, longitud de onda, y velocidad del sonido en diferentes medios. Aunque "Aire" y "Agua" producen sonidos de diferentes frecuencias, sus ondas pueden tener la misma longitud si la velocidad del sonido varía entre sus respectivos medios. Esta interacción subraya cómo las propiedades físicas de los medios afectan la propagación del sonido, permitiendo que se perciban tonalidades distintas con características de onda similares. El hecho de que pocos equipos hayan realizado este tipo de interpretaciones puede deberse al nivel de abstracción que implica representar mentalmente una oscilación en el espacio, considerando la densidad del medio.

En general, los diferentes grupos lograron dar cuenta de su apropiación conceptual a partir de las nuevas relaciones que elaboraron entre el significado del fenómeno y el sentido de este. Al respecto, Baptista y Barbosa (2018) señalan que este tipo de expresiones que dan cuenta de los conceptos de la física y a la vez crean nuevas formas a través del lenguaje, son el resultado de un aprendizaje significativo de los conceptos e ideas de la física. Afirman que en este contexto el estudiante "es capaz de aplicar dicho conocimiento a otros contextos o situaciones y/o al usar su propio lenguaje para explicar un aspecto físico presente en un determinado objeto de estudio" (p. 56).

Los diferentes integrantes de los grupos utilizaron su imaginación para personificar las partículas de aire y para dar cuenta del concepto de ondas sonoras en diferentes escenarios. Según Barbosa y Baptista (2018), estos vínculos entre la imaginación y los

conceptos de la ciencia enriquecen el pensamiento creativo de los seres humanos. La relevancia de la imaginación en la creatividad científica reside en su capacidad para generar representaciones en diversos sistemas simbólicos, los cuales funcionan como intermediarios entre los fenómenos de la realidad física y los conceptos científicos. Asimismo, la imaginación amplía la experiencia del individuo, la cual, a pesar de ser subjetiva, mantiene una conexión con el carácter objetivo inherente a la ciencia (Gurgel y Pietrocola, 2011a). Lo anterior da cuenta de la concepción de escuela que presentan Steiner y Moran (2003), quienes la conciben como un lugar que brinda la oportunidad de aprender a utilizar la imaginación, controlarla y apropiarse de contenidos científicos e información culturalmente organizada. Se considera que el carácter abierto y poco pautado de las actividades permitió que los estudiantes se apropiaran y construyeran un mundo lingüístico que les permitía transformar los significados de la ciencia (Kao *et al.*, 2017).

Por otra parte, las tecnologías utilizadas sirvieron como medio para aportar nuevas perspectivas a los conceptos científicos, principalmente mediante la personificación que hicieron de la partícula de aire y además les permitió llevar el fenómeno a contextos aparentemente dispares o lejanos mediante escenarios que creaban a partir de las posibilidades que les ofrecía la herramienta. Algunas características que vale la pena resaltar de dichas tecnologías son la facilidad en el acceso y el espectro de posibilidades que ofrecían para realizar diferentes tipos de representaciones, fomentando la expresión, el diseño y la narrativa.

Consideraciones finales

Los diferentes grupos pudieron asignar nuevos sentidos al significado social del concepto de ondas sonoras, principalmente ubicando las partículas en contextos estratégicos que les permitiera dar cuenta de cómo la partícula experimenta los cambios de presión. También atribuyeron emociones, sensaciones y gustos, lo cual da cuenta de una clara personificación de las partículas que permite una comprensión del fenómeno físico desde comportamientos humanos. Respecto a las nuevas relaciones que los participantes establecen entre el significado y el sentido social del fenómeno, mediante la narrativa construida y en la representación digital de la misma, los participantes llevaron a contextos diversos y dispares las propiedades y relaciones entre las variables que dan cuenta del fenómeno de ondas sonoras. Esto es parcialmente consistente con lo encontrado por Barbosa y Baptista (2018); pues, en la investigación que realizaron algunos estudiantes lograron trascender la imitación de la información al crear situaciones específicas y originales teniendo como base los conceptos de la física.

Los nuevos sentidos al significado social del fenómeno y las nuevas relaciones que los participantes establecieron entre el significado y el sentido de dicho fenómeno dan cuenta de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. De esto puede derivarse una conclusión importante: la creatividad en la educación

en ciencias adquiere especial relevancia en tanto da cuenta de un proceso de apropiación y transformación de significados pertenecientes a un determinado campo conceptual. Así, se pudieron identificar indicios de apropiación conceptual cuando los estudiantes, mediante sus narrativas, pusieron de manifiesto que entendían las ondas sonoras como movimientos oscilatorios de las partículas de aire, reconocían las relaciones que en términos científicos se establecen entre frecuencia, tono y longitud de onda, hicieron alusión indirectamente a la relación entre la amplitud e intensidad y, además, algunos de los grupos dieron cuenta de una noción espacial de la onda en función de su longitud de onda, relacionada a su vez con los cambios de presión en el aire.

Tanto las estrategias como las herramientas proporcionadas por el profesor favorecieron la creatividad de los estudiantes. Estas actuaron como andamios mediante los cuales es posible desarrollar el potencial creativo de manera gradual (Kao *et al.*, 2017). Lo anterior indica que la creatividad es desarrollable y no es cualidad únicamente de mentes brillantes (Rufaida y Nurfadilah, 2021); una importante implicación para la educación en ciencias donde el conocimiento y su evolución parecieran pertenecer a un grupo selecto.

Como estrategias se utilizaron la escritura científica creativa y la representación de fenómenos a través de tecnologías. Se considera que el carácter abierto y poco pautado de ambas hace que presenten un gran potencial para que los estudiantes se apropien y construyan un mundo lingüístico que les permita transformar los significados de la ciencia. Kao

et al. (2017) encontraron que las instrucciones demasiado rígidas suelen ir en detrimento del pensamiento creativo.

En cuanto a la representación de fenómenos a través de las tecnologías, puede señalarse que el nivel de flexibilidad para modificar el contenido y la cantidad y diversidad de elementos que ponían a disposición de los participantes permitió que los diferentes grupos representaran las historias que habían construido. Lo anterior da cuenta de cómo estas herramientas pueden favorecer procesos de modelación creativa en ciencias, a través de la cual los estudiantes tienen la posibilidad de resignificar los conceptos científicos. En relación con lo anterior, Davies y Gilbert (2003) mencionan que los procesos de modelación científica se posicionan como auténticos actos creativos que además permiten establecer relaciones entre la ciencia y la tecnología.

La interacción entre los estudiantes de los diferentes grupos y de estos con el profesor también desempeñó un papel fundamental en los actos creativos. Siew *et al.* (2015) y Sidek *et al.* (2020) explican que la interacción social permite la inspiración creativa, hacer conscientes las funciones mentales básicas, la generación de ideas novedosas y potenciar el desarrollo intelectual de los estudiantes.

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la potencialidad de generar espacios de aprendizaje donde los estudiantes tengan la posibilidad de desarrollar su creatividad en la educación científica; de manera que puedan concebir la ciencia misma como un acto creativo en construcción en el cual pueden tener parte.

Referencias

- Barbosa, R. y de Lourdes Batista, I. (2018). Vygotsky: um Referencial para Analisar a Aprendizagem e a Criatividade no Ensino da Física. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, 49-67. <https://doi.org/10.28976/1984-2686r-bpec201818149>
- Guba, E. y Lincoln, Y. S. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (pp. 191-215). Sage.
- Gurgel, I. y Pietrocola, M. (2011a). O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 91-122. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p91>
- Davies, T. y Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Math, Science y Technology Education*, 3(1), 67-82. <https://doi.org/10.1080/14926150309556552>
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P. y Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about creativity in science education. *Creative Education*, 3(05), 603. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2012.35089>
- John-Steiner, V. y Moran, S. (2003). Creativity in the Making: Vygotsky's Contemporary Contribution to the Dialectic of Development and Creativity. En R. K. Sawyer (Ed.), *Creativity and development* (pp. 61-90). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195149005.003.0003>
- Kao, G. Y. M., Chiang, C. H. y Sun, C. T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers y Education*, 113, 294-312. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.022>
- Leroy, A. y Romero, M. (2021). Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities with Modular Robotics. *Frontiers in Education*, 6, 152. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.642147>
- Nurulsari, N. y Suyatna, A. (2017). Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. In *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012053>
- Pulgar, J. y Spina, A. (2019). Problem Solving Processes and Group Effectiveness on a Creative Task: A case study in Physics Education. *EdArXiv Preprints*, 1-18.

- Rufaida, S. y Nurfadilah, N. (2021). The effectiveness of hypercontent module to improve creative thinking skills of prospective physics teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(2), 022022. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/2/022022>
- Sidek, R., Halim, L., Buang, N. A. y Arsad, N. M. (2020). Fostering scientific creativity in teaching and learning science in schools: A systematic review. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 13-35. <https://doi.org/10.30870/jppi.v6i1.7149>
- Siew, N., M., Chong, C. L. y Lee, B. N. (2015). Fostering fifth graders' scientific creativity through problem-based learning. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 655-669. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.655>
- Steiner, V. y Moran, S. (2003). Creativity in the Making: Vygotsky's Contemporary Contribution to the Dialectic of Creativity y Development. En R. K. Sawyer (Ed.), *Creativity and development* (pp. 61-90). Oxford University Press. <https://lchc.ucsd.edu/mca/Paper/CreativityintheMaking.pdf>
- Stake, R. E. (2010). *Investigación con estudio de casos* (5ª ed.). Ediciones Morata.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Prentice Hall.
- Vygotsky, L. S. (1987). *The collected works of L.S. Vygotsky*. Plenum Press.





Influencia occidental en representaciones del fenotipo humano: análisis crítico de experiencia educativa

- Western Influence on Representations of the Human Phenotype: a Critical Analysis of Educational Experience
- Influência ocidental nas representações do fenótipo humano: análise crítica da experiência educativa

Esteban Enrique Tascón-Escalona*  
Nelson Enrique Hoyos**  

Forma de citar este artículo:

Tascón-Escalona, E. E. y Hoyos, N. E. (2025). Influencia occidental en representaciones del fenotipo humano: análisis crítico de experiencia educativa. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 311 - 327. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22140>

Resumen

La presente sistematización recoge una experiencia educativa desarrollada en una clase de biología en una institución educativa oficial de la ciudad de Cali. En dicha experiencia, se reflexionó sobre las ideologías que emergen a través del lenguaje gráfico y oral de los estudiantes en torno a los estereotipos de belleza y los caracteres fenotípicos considerados ideales en la figura humana. Para ello, se propuso a los estudiantes representar las características que, según su percepción, definen el ideal humano. Posteriormente, se generaron espacios de socialización y debate, donde los estudiantes reconocieron sus propias prácticas eugenésicas y establecieron una relación entre estas y el proceso evolutivo de la especie humana, influenciado en gran medida por la imposición de ideologías occidentales.

De este modo, se evidencia que la mayoría de los estudiantes tienden a representar características propias de las personas del occidente global, resaltándolas como los rasgos más deseables del fenotipo humano. Asimismo, se revela la influencia de la occidentalización en el pensamiento y comportamiento de los jóvenes, quienes expresan realizar acciones para alinearse con los estándares de perfección promovidos por una cultura hegemónica. Como resultado de esta sistematización, se ofrece una contribución al pensamiento pedagógico de los docentes de ciencias, tanto en formación como en ejercicio, subrayando la importancia de integrar el enfoque sociológico en la enseñanza de las ciencias naturales.

Palabras clave

evolución; fenotipo; eugenesia social; ideología occidental; enseñanza de las ciencias; sistematización de experiencias

* Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad del Valle. Cali, Colombia. esteban.tascon@correounivalle.edu.co

** Doctor en Educación para las Ciencias, Profesor, Universidad del Valle, Facultad de Educación y Pedagogía, Cali, Colombia, nelson.hoyos@correounivalle.edu.co

Reporte de Caso Educativo

Fecha de recepción: 11/09/2024
Fecha de aprobación: 10/06/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

This systematisation documents an educational experience conducted during a biology class in a public school in the city of Cali. The activity involved reflecting on the ideologies emerging through students' graphic and oral language regarding beauty stereotypes and phenotypic traits considered ideal in the human figure. Students were asked to depict the features they perceived as defining the human ideal. This was followed by sessions for sharing and debate, in which students recognised their own eugenic practices and linked them to the evolutionary process of the human species, heavily influenced by the imposition of Western ideologies. The experience revealed that most students tended to represent characteristics typical of individuals from the global West, highlighting these as the most desirable traits of the human phenotype. The findings also show the influence of Westernisation on the thoughts and behaviours of youth, who report taking actions to align with perfection standards promoted by a hegemonic culture. This systematisation contributes to the pedagogical thinking of science educators, both pre-service and in-service, by underscoring the importance of integrating a sociological perspective into science teaching.

Keywords

evolution; phenotype; social eugenics; Western ideology; science education; systematisation of experiences

Resumo

Esta sistematização apresenta uma experiência educativa realizada em uma aula de biologia em uma escola pública da cidade de Cali. Nessa atividade, refletiu-se sobre as ideologias que emergem por meio da linguagem gráfica e oral dos estudantes em torno dos estereótipos de beleza e dos traços fenotípicos considerados ideais na figura humana. Para isso, foi proposto aos estudantes que representassem as características que, segundo sua percepção, definem o ideal humano. Em seguida, ocorreram momentos de socialização e debate, nos quais os estudantes reconheceram práticas eugenistas em suas próprias representações e estabeleceram uma relação entre essas práticas e o processo evolutivo da espécie humana, fortemente influenciado pela imposição de ideologias ocidentais. Observou-se que a maioria dos estudantes tende a representar características típicas de pessoas do Ocidente global, destacando-as como os traços mais desejáveis do fenótipo humano. Evidencia-se também a influência da ocidentalização no pensamento e comportamento dos jovens, que relataram adotar ações para se alinhar aos padrões de perfeição promovidos por uma cultura hegemônica. Como resultado dessa sistematização, oferece-se uma contribuição ao pensamento pedagógico de docentes de ciências, tanto em formação quanto em exercício, ressaltando a importância de integrar o enfoque sociológico no ensino das ciências naturais.

Palavras-chave

evolução; fenótipo; eugenia social; ideologia ocidental; ensino de ciências; sistematização de experiências

Introducción

La sistematización de experiencias se ha vuelto cada vez más común en campos relacionados con la intervención social y la educación (Jara, 2012). Esto se debe a que, en la actualidad, especialmente en América Latina, ha crecido el interés por emancipar el pensamiento social y proponer nuevas formas de comprender y abordar los procesos sociales, entre ellos la educación. Sin embargo, según el mismo autor, existen limitaciones para llevar a cabo la sistematización, siendo una de las principales el desconocimiento sobre su verdadero significado. Algunos la entienden como un simple registro descriptivo de una experiencia, mientras que otros la ven como un proceso de análisis e interpretación orientado a extraer aprendizajes que permitan transformar prácticas. En este caso, se adopta la segunda perspectiva, pues la sistematización no solo describe la experiencia, sino que reflexiona profundamente sobre ella.

Por ello, sistematizar la experiencia vivida con los estudiantes de una institución educativa en la ciudad de Cali, durante una clase de biología en la que se discutió el pensamiento eugenésico influenciado en gran medida por la occidentalización y el ideal de progreso individual y social, permite revelar las ideologías que los estudiantes sostienen acerca del ideal físico humano (fenotípico). Estas ideologías, como parte de prácticas eugenésicas, inciden en el proceso evolutivo de la especie.

En este contexto, se busca identificar las ideas que surgen en el lenguaje gráfico y oral de los estudiantes, promoviendo una reflexión intercultural que visibiliza la influencia occidental y hegemónica sobre las sociedades urbanas de América Latina. Así, la sistematización se centra en la relación entre los estudiantes y el conocimiento biológico, espe-

cialmente en el concepto de eugenesia como factor evolutivo del ser humano, visto desde una perspectiva que no solo es biológica, sino también sociocultural.

La sistematización se desarrolla en varias etapas: la fundamentación teórica de los conceptos clave, la descripción organizada en tres momentos específicos, el análisis y la reflexión sobre estos momentos, y, finalmente, la presentación de consideraciones y aportes finales.

Fundamentación de la experiencia

La experiencia sistematizada se plantea desde una perspectiva de la ciencia y la educación científica que abre espacio a la construcción de formas de comprender la vida y sus procesos, partiendo de la contextualización y la apropiación en la cotidianidad de los sujetos. En este caso, se busca acercar el proceso evolutivo y las prácticas eugenésicas a las ideologías y tendencias culturales que los estudiantes manifiestan respecto al físico humano (características fenotípicas). Esto exige una clarificación precisa de ciertos conceptos clave, por lo que el marco conceptual se organiza en torno a cuatro pilares fundamentales.

Ideología, lenguaje y análisis del discurso

El concepto de ideología ha sido definido desde diversos campos del conocimiento, como la filosofía, la lingüística, la economía política y la sociología. En este caso, se aborda desde una perspectiva sociológica, dado que la educación es un proceso social, comunitario y cultural por naturaleza. Van Dijk (1999) define la ideología como el conjunto de ideas fundamentales compartidas por los miembros de un grupo social sobre una

situación determinada, lo que está directamente vinculado con la estructura de conocimiento y organización de dicho grupo, influyendo en su manera de pensar y actuar frente al contexto.

De manera complementaria, Torres *et al.* (2020) describen la ideología como un sistema de valores y representaciones que se construye y transmite dentro de una comunidad. Añaden que las ideologías no son ingenuas, ya que buscan conservar las estructuras sociales dominantes, centralizando el poder y la riqueza en una minoría.

Esto plantea la necesidad urgente de una educación que promueva la emancipación del pensamiento de las sociedades y se oponga a la perpetuación de ideologías que refuercen relaciones de poder desiguales. Esta premisa fundamenta la actividad descrita en la sistematización, cuyo objetivo es identificar los patrones de comportamiento que los estudiantes han adoptado como resultado de su pertenencia a un grupo social, en este caso, la sociedad urbana influenciada por ideales occidentales sobre los estereotipos de belleza física. En resumen, se busca detectar las tendencias culturales producto de una ideología impuesta por el occidente global con fines hegemónicos.

En este contexto, los aportes de Van Dijk (1999) y Torres *et al.* (2020) ayudan a estructurar el concepto de ideología para este ejercicio reflexivo y de sistematización. La ideología se entiende como un conjunto de ideas compartidas por un grupo social, no individuales, que determinan las formas de actuar de sus miembros en función de intereses particulares. En este caso, esos intereses están representados por características físicas como el color de piel, el tipo de cabello, la estatura y la silueta corporal, que, según los estereotipos occidentales, se consideran las más deseables. Cabe destacar que estas ideas sobre belleza y perfección humana se consolidan como una ideología urbana en la medida en que se convierten en tendencias comunes entre la mayoría de las personas. Como señala Van Dijk (1999), una ideología no es simplemente una creencia arbitraria, sino un marco compartido que define a un grupo social.

Además, es fundamental subrayar que, debido a su naturaleza comunitaria, las ideologías dependen del lenguaje para ser difundidas y reforzadas en la sociedad, logrando así convencer y dominar en beneficio de los intereses de una minoría (Torres *et al.*, 2020). La noción de ideología expuesta es un pilar central en este análisis, y la relación entre las ideologías y el lenguaje discursivo es un aspecto crucial que debe abordarse. Esto no solo porque es un elemento constitutivo de la ideología, sino también porque nutre, desde la teoría, el sentido de la representación gráfica de las siluetas humanas, uno de los principales registros empleados en esta sistematización.

Por su naturaleza social y comunitaria, el lenguaje es un elemento intrínseco a las ideologías. No existe otra forma de construir una perspectiva compartida sobre un tema particular sin recurrir al lenguaje escrito, oral o gráfico, que permite la comunicación entre los miembros de una sociedad. Generalmente, este lenguaje

posee rasgos propagandísticos y persuasivos. Por tanto, el análisis del discurso se convierte en una herramienta clave para “revelar” o “descubrir” las ideologías que una persona ha internalizado a través de sus relaciones culturales con la sociedad circundante. Además, esta herramienta busca conectar las estructuras ideológicas con las estructuras sociales y las relaciones de poder propias del contexto (Van Dijk, 1996). Dicho de otra manera, se obtiene una comprensión más profunda del pensamiento y el conocimiento de una comunidad cuando se interrelacionan las ideologías manifestadas en el lenguaje, consciente o inconsciente, con la organización social y las dinámicas de poder que influyen en ese grupo.

En este sentido, Van Dijk (2005) aclara que, aunque las ideologías forman parte del pensamiento y de los esquemas mentales, desde la psicología discursiva es completamente válido afirmar que existe una relación directa entre las ideologías y el discurso, ya que este último es observable y social, mientras que los esquemas mentales no lo son. Además, es importante reconocer que las ideologías no solo se evidencian a través del lenguaje oral, escrito o gráfico, sino también en las prácticas sociales, como la dominación. Esto es innegable cuando se considera la fuerte influencia que ejerce la cultura occidental sobre las comunidades latinoamericanas en términos de cultura y la percepción del cuerpo humano. Todo ello sustenta la concepción de la ideología como un sistema de creencias y valores que un grupo social comparte y que comunica a través de su voz, sus textos escritos o representaciones gráficas, como las siluetas resultantes de la implementación de la propuesta educativa.

Asimismo, Van Dijk (1996) afirma que:

No se requiere ser analista del discurso para concluir que un relato noticioso, el fragmento de un texto o una conversación

determinada es “conservadora”, “sexista” o “ecologista”. Nuestro conocimiento ingenuo del lenguaje, el discurso, la sociedad y las ideologías nos conducen a menudo a hacer tales inferencias con relativa certeza. (Van Dijk, 1996, pp. 23-24)

De acuerdo con lo anterior, está en las posibilidades de este trabajo inferir, a partir de las expresiones y de los elementos plasmados en las gráficas de los estudiantes, los rasgos ideológicos que, desde el occidente global y por medio del lenguaje hegemónico, se han ido consolidando como la manera de pensar y actuar de los estudiantes de grado noveno (entre 14 y 16 años) de una Institución Educativa en Cali. Todo esto, partiendo de una manera sociocultural de entender el concepto de evolución y las prácticas eugenésicas que hoy por hoy se evidencian en la cotidianidad.

Enseñanza de las ciencias naturales

La enseñanza de las ciencias naturales está estrechamente vinculada a la visión que los profesores tienen sobre la ciencia misma. Es común que muchos docentes de ciencias adopten una perspectiva tradicionalista, positivista y conductual, tanto en su comprensión de la ciencia como en la forma en que la enseñan. Según Nistal *et al.* (2009), aunque la mayoría de los profesores afirman ser constructivistas o estar en transición entre el enfoque tradicional y el constructivista, sus prácticas siguen enmarcadas en métodos conductistas y transmisivos propios de la enseñanza tradicional. Esto ha llevado a que las clases de ciencias naturales se estructuren de tal manera que los estudiantes asumen un rol pasivo de recepción, mientras que los docentes actúan como emisores de información y datos, dentro del sistema cultural de la ciencia (Elkana, 1983, citado en Molina, 2010), para explicar los

fenómenos naturales. Sin embargo, esta dinámica tiene poca relevancia para los estudiantes como sujetos sociales y miembros de culturas urbanas, ya que no logra conectarse significativamente con su propia realidad.

La organización tradicional del aula forma parte de los objetivos dominantes y hegemónicos de la enseñanza, presentando la ciencia como un conocimiento acabado. Esto refleja lo que Acaso y Nuere (2005) denominan el currículo oculto, el cual refuerza la idea de la superioridad del conocimiento científico. La rigidez del aula de ciencias y la rutina de estrategias pedagógicas conductistas, desvinculadas del contexto social y cultural de los estudiantes, son señaladas como una de las principales causas del desinterés y desmotivación de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias naturales en general, y de la biología en particular (Molina, 2010).

Romper con las prácticas tradicionales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales genera en los estudiantes una serie de emociones, que van desde el asombro ante la novedad hasta la motivación por participar en actividades diferentes. Esto resulta especialmente relevante al abordar temas tan complejos y polisémicos como la evolución, que se enriquece con las múltiples perspectivas culturales. Además, la reflexión sobre los comportamientos eugenésicos, tanto biológicos como sociales, adquiere una pertinencia social y emancipadora, lo que fortalece el valor del aprendizaje.

Evolución

El concepto de evolución es relativamente fácil de definir cuando se entiende como una serie de cambios que ocurren a lo largo del tiempo, lo que en biología explica las variaciones genotípicas y fenotípicas en las especies. Sin embargo, cuando la discusión se aleja de la biología estrictamente, y se aborda desde una enseñanza que busca el reconocimiento de la otredad, la interculturalidad y la contextualización de las formas de entender la vida y sus procesos (Walsh, 2005), el concepto de evolución requiere una reinterpretación.

En este sentido, los profesores de ciencias no deben limitarse a concebir la evolución como un hecho histórico, explicado principalmente en *El Origen de las Especies* de Charles Darwin, publicado en 1859. Si bien no se cuestiona la validez de esta obra en la comprensión biológica, es fundamental que la sociedad actual, en su búsqueda de emancipación intelectual, amplíe su perspectiva y sitúe estos planteamientos en un contexto contemporáneo y relevante, adaptando la teoría evolutiva a las realidades actuales.

El currículo de educación en ciencias en Colombia, particularmente en los Derechos Básicos de Aprendizaje, parece tratar la evolución como un proceso exclusivamente biológico, un conocimiento consolidado hace tiempo. En lugar de fomentar la construcción de un pensamiento crítico en torno al tema, se limita a promover el análisis de teorías científicas sobre el origen de las especies, como

la selección natural y el ancestro común, considerándolas modelos científicos basados en evidencias y argumentaciones establecidas (MEN, 2015, p. 33).

Sin embargo, otras perspectivas sugieren que la evolución es un proceso en constante desarrollo. De hecho, algunos estudios prevén que, en periodos de mil o cien mil años, la especie humana podría subdividirse en dos nuevos grupos (Moreno, 2007), reflejando cambios significativos impulsados por los comportamientos socioculturales que ya se están manifestando. Estos comportamientos están estrechamente relacionados con las ideologías que la occidentalización y la globalización imponen, especialmente sobre las sociedades urbanas.

Así mismo, Moreno (2007), dice que:

Curry cree que los humanos se volverán más selectivos al elegir pareja sexual, agravando la división. Los descendientes de la clase alta genética serán altos, delgados, sanos, atractivos, inteligentes y creativos, muy distintos a la subclase humana, donde predominarán los torpes y feos, con apariencia de duendes. (Moreno, 2007, p. 30)

Más adelante, el mismo autor sigue describiendo las características generales del fenotipo de la humanidad que se espera sean modificadas en obediencia a un estereotipo de raza ideal que desde ahora se forja en el pensamiento de las sociedades en forma de ideología, determinando sus formas de actuar, por ejemplo, seleccionando pareja sexual como lo dice el mencionado autor. Básicamente por esto, es necesaria la construcción de una visión decolonial del concepto de evolución en el aula de ciencias, para lo cual resulta muy útil relacionar la eugenesia como fenómeno evolutivo con el comportamiento y las tendencias ideológicas que las sociedades urbanas están consolidando producto de su interacción

con el estereotipo e ideal de desarrollo global y, que, en últimas, lo que están generando es un patrón evolutivo en la especie humana.

Eugenesia biológica y social

La eugenesia, como proceso de clasificación de características para favorecer o limitar su herencia a través de las generaciones, es en principio un fenómeno biológico que parece ocurrir en todas las especies. Sin embargo, en el caso de la humanidad, este proceso adquiere un componente cultural, ya que la clasificación no se realiza únicamente por factores biológicos, sino por comportamientos culturales arraigados en la sociedad. Estas prácticas suelen estar vinculadas al racismo, como ocurrió durante el holocausto nazi, donde una raza, creyéndose superior, intentó eliminar a otra considerada inferior. Según Landa (1999), las prácticas eugenésicas tienen sus raíces en las culturas más antiguas de la humanidad, precediendo incluso al origen del término.

Es importante señalar que la principal razón por la que las sociedades han implementado prácticas eugenésicas ha sido el intento de “mejorar” la raza humana (Moreno, 2007), aprovechando las capacidades de manipulación biológica y genética que la ciencia ha desarrollado a lo largo de la historia. A lo largo del tiempo, se han fundado instituciones para promover procesos eugenésicos que persiguen ideales de perfección definidos por ciertos grupos de poder. Un ejemplo de ello es la *American Eugenics Society*, creada en 1923 para apoyar las ideas de Francis Galton, quien promovía la reproducción de individuos con características consideradas “superiores” según su propia subjetividad y estereotipos (Moreno, 2007, p. 3).

En el contexto de esta sistematización, la eugenesia se aborda desde una perspectiva social, considerando los intereses de grupos

poderosos en términos políticos y económicos que, de manera sutil, buscan imponer sus estereotipos de belleza, rasgos predominantes y estándares de características físicas humanas. A través del lenguaje globalizado, estos grupos han generado una tendencia en las sociedades urbanas, especialmente en Cali, hacia la imitación de prácticas eugenésicas y perfeccionistas con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y acceder a las clases sociales altas.

Así, el lenguaje gráfico y oral que los estudiantes emplean al representar las características que etiquetan como “superiores” y compartirlas con sus compañeros refleja una alineación con los estereotipos y tendencias de selección fenotípica impuestos sutilmente desde el occidente global. Esto evidencia la permeabilidad cultural en el contexto de Cali, donde se permite la influencia y consolidación de patrones de gusto y disgusto ajenos.

Descripción de la experiencia

La dinámica previa a mi llegada era que los estudiantes clase a clase presentaban a manera de exposición un concepto asignado sobre la evolución. Luego de esto, decidimos, la profesora cooperadora y yo, que lo mejor era que mi intervención fuera diseñada para cerrar la discusión sobre la evolución y no acerca de un asunto diferente.

Momento #1: “Vamos a dibujar... ¿Qué? ¿¡Dibujar!?”

Llevé a cada uno de mis estudiantes una silueta humana impresa en una hoja tamaño carta, completamente en blanco: sin nombre, sin rasgos, sin título ni instrucciones. Solo la silueta. Al saludarlos, comentamos brevemente sobre el clima lluvioso de la mañana, y luego les dije: “Hoy vamos a dibujar y colorear su humano ideal”.

No había terminado de explicarles cuando uno de los estudiantes exclamó: “¡Profe, ¿a dibujar? ¡Nunca habíamos hecho artística en la clase de naturales!”. Esta reacción es un aspecto importante que quiero destacar, pero por ahora, continuaré con lo que sucedió ese día.

Les expliqué que la tarea consistía en plasmar en la silueta las características físicas (fenotípicas) que más les gustaran. Deberían colorear la piel del color que prefirieran, el cabello lacio o rizado como desearan, y los ojos oscuros, claros, grandes o pequeños según su elección. Además, debían asignar un nombre al personaje, escribir lo que quisieran a su alrededor y explicar quién era ese personaje en su vida. Luego, cada uno tendría que presentar su silueta al grupo y explicar el motivo detrás de algunas de las características que eligieron.

Momento #2: “Ahora comentemos sobre lo dibujado”

La sesión anterior fue breve, con una duración de solo una hora. Aunque fue suficiente para diseñar las siluetas, no lo fue para presentarlas. Por ello, la segunda

sesión se dedicó a la exposición de las representaciones. Cada estudiante presentó su dibujo, revelando el nombre que le había asignado y describiendo las características fenotípicas que consideraba bellas e ideales. Algunos compañeros mostraron su aprobación, mientras que otros criticaron aspectos como la estatura, el color de piel, el tipo de cabello, o cualquier otro elemento del dibujo del expositor.

Momento #3: “Recuperemos lo más importante de nuestros comentarios”

Yo era el único de la clase que sabía qué intenciones tenía con esta actividad, por tanto, me esforcé en tomar apuntes juiciosos sobre los comentarios más representativos del dis-

curso de los estudiantes mientras exponían su silueta. Luego de que todos terminaran, empecé a hablar no en forma de monólogo, sino a modo de conversatorio, acerca de cada una de las representaciones, comentando y preguntando, por ejemplo ¿En quién viste esa estatura? ¿Por qué prefieres esta característica y no la contraria?

Los momentos dos y tres, como eran de socialización, de diálogo, de gusto y disgusto, de diversidad de posturas, pensamientos, preferencias y, por supuesto, esfuerzos por defender cada uno su gráfica ideal del ser humano, fueron los más dicentes en términos de la ideología que ellos reflejan como producto de sus relaciones con la sociedad local y global.

Tabla 1. Registros de la experiencia

Registro Tipo de registro	Objetivo
Trabajo presentado por los estudiantes. Documental.	Identificar algunos rasgos físicos (fenotípicos) que los estudiantes, por su relación con la comunidad urbana, han ido estructurando como un ideal de vida.
Diario reflexivo y notas de clase. Documental.	Recuperar aportes significativos del discurso oral de los estudiantes para, luego, precisar en la ideología que se logra develar a partir de ello.
Diapositivas de la planeación de clase. Documental.	Evidenciar el carácter sociopolítico que predomina en la sesión de clase donde los estudiantes deben exponer sus siluetas y puntos de vista.

Fuente: elaboración propia.

Sistematización y análisis de la experiencia

La sistematización y análisis de esta experiencia educativa se articula en tres momentos clave, desarrollados en el aula bajo los siguientes títulos: primero, “Vamos a dibujar... ¿Qué? ¿¡Dibujar!?”, seguido de “Ahora comentemos sobre lo dibujado” y, finalmente, “Rescatemos lo esencial de nuestros comentarios”. Este ejercicio se sustenta en diversos autores y referentes teóricos que permiten una reflexión no solo técnica y práctica, sino también crítica (Van Manen, 1977, citado en Candela, 2023). De

esta manera, se contribuye a la enseñanza de la evolución en estudiantes de noveno grado en Colombia.

“Vamos a dibujar... ¿Qué? ¿¡Dibujar!?”

La sorpresa de los estudiantes comenzó cuando les pedí que reorganizaran sus puestos alrededor del salón. Mi intención era romper con la disposición tradicional en filas, utilizando esta reconfiguración como un lenguaje simbólico que les generara una sensación de libertad. Hasta ese momento, había observado

el interés de los profesores por mantener el orden, lo que implicaba que las filas estuvieran alineadas como las baldosas del suelo. Quería que los estudiantes, al ver el salón dispuesto de una manera diferente, percibieran que la actividad no sería la típica clase de transmisión de información.

Acaso y Nuere (2005) denominan esto el “currículum oculto visual”, un concepto que sugiere que la disposición del aula transmite a los estudiantes un mensaje de dominación, rigidez o, en su defecto, de flexibilidad y confianza. En las clases de ciencias naturales, el mensaje suele ser de rigidez, ya que el conocimiento se presenta como exacto y ya establecido, lo que lleva a los estudiantes a memorizarlo. Sin embargo, en una actividad de carácter intercultural, donde lo fundamental es que los estudiantes expresen sus ideas, la organización del espacio debe transmitir un mensaje de libertad.

Figura 1. Organización del salón durante las actividades



Fuente: elaboración propia.

Una vez los estudiantes estaban dispuestos alrededor del salón como se muestra en las imágenes, les entregué una fotocopia con la silueta del ser humano sin instrucciones de características, formas, texturas ni colores. Les propuse que cada uno dibujara y coloreara sobre esa silueta las características físicas que les gustan, además, que pusieran nombre y, si querían, podían escribir frases en su hoja. Esto les generó un asombro que se hizo evidente en sus expresiones: “¿Dibujar? Profe, ¿en serio no vamos a escribir hoy?”.

Observé varias reacciones similares en los estudiantes, lo que se relaciona con su experiencia previa en el aprendizaje de las ciencias naturales. Sus profesores han utilizado metodologías más rígidas, enfocadas en la transmisión de información sobre leyes y teorías propias de la disciplina. Dibujar, en lugar de escribir la fecha, el título y una serie de definiciones, era una actividad completamente distinta, incluso comparada con lo último que habían hecho: durante las exposiciones anteriores a mi intervención, todos debían tomar notas rigurosas de los datos que sus compañeros presentaban. Esto se debe a que los docentes de ciencias naturales suelen tener concepciones específicas sobre lo que significa

enseñar y aprender, que según Nistal *et al.* (2009), se clasifican en tres enfoques: tradicional, de transición entre lo tradicional y lo constructivista y constructivista. Estas concepciones, por supuesto, influyen en la forma en que diseñan e implementan sus clases.

Además, Nistal *et al.* (2009) mencionan que:

En las relaciones entre las concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus actuaciones en clase, los resultados señalan que existen incongruencias. La mayoría de los maestros tuvieron concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje más innovadoras que lo que realmente hicieron en el aula [...] sin embargo, en el aula observamos que la totalidad de los maestros utilizaron prácticas de enseñanza básicamente tradicionales, caracterizadas por un predominio de actividades educativas de recepción y repetición de los conocimientos escolares, una organización de los alumnos en la que el maestro se dirige al grupo total de la clase, y por no tener en cuenta las ideas previas de los alumnos. (p. 296)

No obstante, es importante recordar que el objetivo de esta actividad es discutir la evolución y la eugenesia desde una perspectiva cultural, analizando las relaciones de poder, dominación y colonialidad epistémica que los estudiantes, como parte de una cultura urbana, han adoptado a través del proceso de globalización que ha influido en sociedades dominadas, como la colombiana. Este enfoque busca ir más allá de la simple comprensión de conceptos biológicos, fomentando en los estudiantes un pensamiento emancipador y reflexivo. Por tanto, si se desean resultados diferentes a los tradicionales, es fundamental transformar la manera en que se ha impartido la educación científica durante tanto tiempo, e implementar estrategias alternativas que nos conduzcan a nuevos resultados.

Por otro lado, Molina (2010) afirma que:

Uno de los grandes problemas en enseñanza de las ciencias en Colombia es la pérdida de interés de los estudiantes por la ciencia y su aprendizaje, [...] algunas de las hipótesis sobre las causas de estos resultados, hace que todos los esfuerzos se hayan concentrado en los profesores (en su actuación y en sus procesos de formación) y en la implementación de alternativas didácticas específicas. (p. 87)

En este sentido, es urgente que la enseñanza de las ciencias incorpore estrategias y actividades que rompan con la rutina de los estudiantes, integrando sus intereses, pensamientos y aspectos culturales e identitarios en el proceso de construcción de su comprensión de los conceptos. Esto les permitirá relacionar dichos conceptos con sus prácticas y comportamientos cotidianos, como sucede en la selección de rasgos físicos basados en preferencias personales en el fenotipo humano. De este modo, se contribuye a aumentar la motivación y el interés por el aprendizaje de la ciencia.

Figura 3. Silueta entregada a los estudiantes

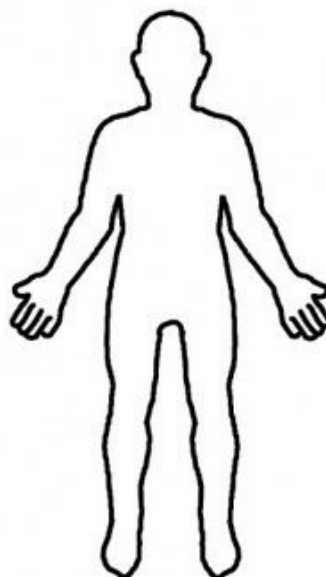
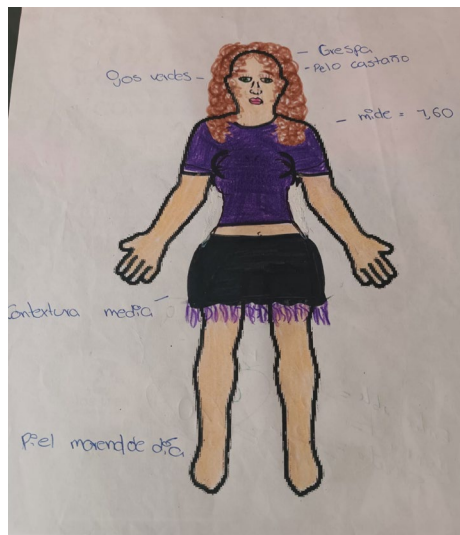


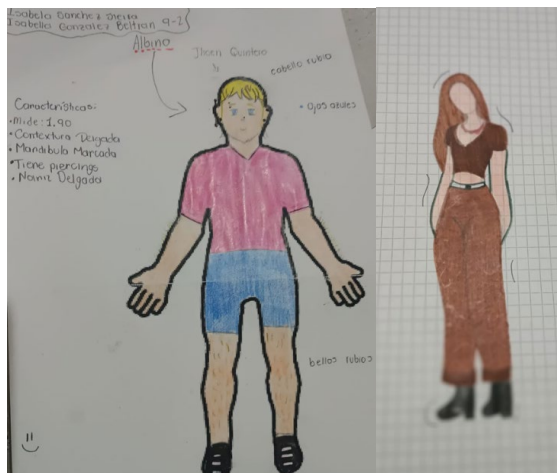
Imagen 4. Silueta diseñada por uno de los estudiantes



Ahora comentemos sobre lo dibujado

Durante esta sesión de clase, cada uno de los estudiantes socializó su silueta a los compañeros explicando las características físicas o fenotípicas que habían plasmado en la clase anterior. En esta socialización se notó que la mayoría de las siluetas tenían tonos de piel y de cabello claro y, en algunas, dejaron explícito que también tenían estaturas aproximadas de un metro con ochenta centímetros o incluso más (Ver figura 3). Así mismo, una de las estudiantes decidió no emplear el molde de la silueta propuesto y en su exposición explicó que para ella la contextura ideal era ser más delgada y que, de hecho, estaba haciendo dietas y otras actividades para alcanzar una figura parecida a la que en una hoja distinta había representado (Ver figura 4).

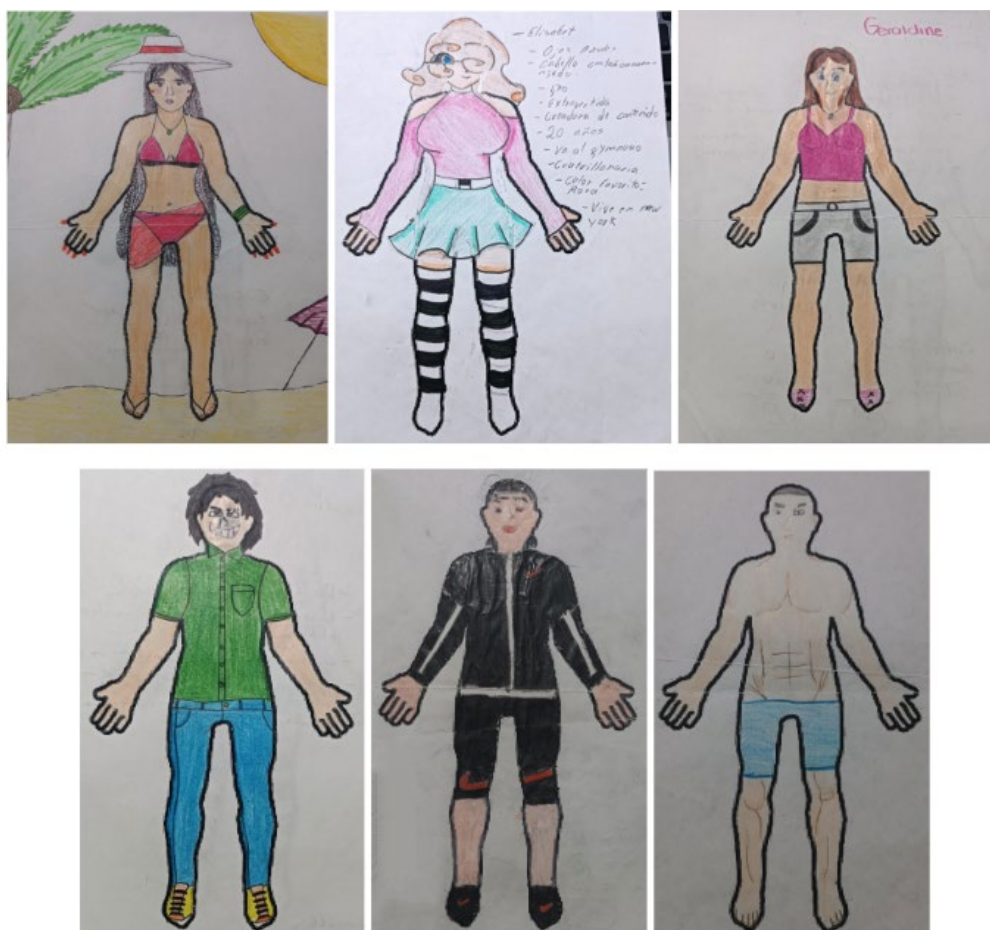
Figura 4. Siluetas realizadas sin el molde proporcionado



Según Van Dijk (1999), las ideologías, al ser construcciones sociales que emergen de la interacción con los demás, son determinantes clave en la forma de pensar y actuar de los individuos dentro de un grupo social específico. En este caso, la cultura urbana, con sus tendencias comerciales y de moda, es el grupo social al que pertenecen los estudiantes con quienes se trabajó la propuesta intercultural. En este contexto, es importante señalar que los jóvenes entre los catorce y dieciséis años han ido desarrollando una ideología en torno a las características físicas consideradas ideales, estableciendo incluso estándares que los impulsan a emprender procesos de modificación corporal, como rutinas de gimnasio y dietas, con el objetivo de alcanzar una figura que se ajuste a dichos estándares.

En este sentido, las siluetas fueron solo una forma de representar a través del lenguaje gráfico las tendencias en los gustos y preferencias de las características físicas que tienen los estudiantes en su sistema de valores. Siguiendo a Van Dijk (1996), las ideologías se hacen evidentes bien sea en el discurso oral, gráfico o de cualquier tipo puesto que son constructos que, si bien representan la identidad de un sujeto, son comunes entre los miembros de un mismo grupo social o sistema cultural como lo es un grupo etario de una ciudad como Cali, por tanto, se forjan a través del lenguaje y de relaciones de comunicación y, de la misma manera deben expresarse.

Figura 5. Representaciones en siluetas femeninas y masculinas sobre las preferencias físicas de los estudiantes



Durante la socialización o exposición de las siluetas, surgieron casos en los que algunos compañeros aprobaban o desaprobaban las preferencias del estudiante que estaba presentando. Esta dinámica refleja una práctica eugenésica desde una perspectiva social, donde los rasgos físicos son clasificados según estereotipos de belleza, y se jerarquizan como “buenos” o “mejores”, y “malos” o “peores”, según los rasgos predominantes.

“Nooo, y por qué no le pusiste los ojos azules a ese *man* todo musculoso”: así eran los aportes con los que los estudiantes expresaban esas características que, según la imposición occidental, son las mejores estéticamente hablando. Todo esto, es evidencia de los comportamientos socioculturales relacionados con la formación de ideologías resultantes de la influencia de procesos de occidentalización y globalización que, según Moreno (2007), serán la causa de la subdivisión de la especie humana en algunos mil o cien mil años por la acumulación de cambios evolutivos.

Recuperemos lo más importante de nuestros comentarios

Como se mencionó en el momento #3 de la experiencia, el objetivo era recuperar algunos comentarios que permitieran reflexionar en profundidad y hacer explícita la intención de la actividad a los estudiantes. Formular preguntas basadas en los comentarios durante la socialización de las siluetas brindó una oportunidad para que los estudiantes expresaran, a través del discurso oral, lo que no lograron plasmar en las gráficas, revelando así sus ideologías de manera más completa. Van Dijk (1996) se refiere a esta posibilidad de comprender el pensamiento y las ideologías de una comunidad a través de sus manifestaciones en el lenguaje, ya sea oral, gráfico o corporal.

Con frecuencia, al preguntar por qué eligieron ciertas características en las siluetas, los estudiantes mencionaban haberlas visto en personas famosas o exitosas, reflejando el poder de influencia de estos modelos. Esto evidencia el carácter compartido de las concepciones e ideas que constituyen la ideología en la comunidad urbana de Cali, y destaca el papel crucial de la comunicación en la difusión de estas ideas. En este caso, la comunicación amplía las fronteras de la ideología occidental, representada en estereotipos de belleza y estándares fenotípicos, con el fin de convencer y dominar para defender los intereses de una minoría (Torres *et al.*, 2020).

Durante este ejercicio, se presentó, entre otras situaciones interesantes, el caso de la estudiante 1 (Ver figura 4), quien decidió no utilizar la silueta propuesta para la actividad, sino que diseñó su figura humana en una hoja aparte con características muy específicas. Por un lado, asignó a la figura una contextura delgada, con curvas demarcadas a lo largo del cuerpo puesto que, según ella, esa es la contextura física ideal que deberían tener las mujeres para verse estéticamente atractivas. Por otro lado, representó el cabello lacio, de tono rojizo y la

piel bastante clara. Luego de preguntarle por qué plasmó esas características y no las que pertenecían a su propio cuerpo, ella respondió que, aunque no tenía esa figura sí estaba haciendo varias cosas para conseguirlo: “Profe, ese cuerpo es muy lindo, por eso voy al gym, hago dietas y tomo batidos. Porque espero tener mi cuerpo como ese (frase de una estudiante de la clase)”.

Este tipo de aportes es fundamental en el desarrollo de la sistematización, ya que está directamente relacionado con el objetivo último de las ideologías, que, según Van Dijk (1999), es influir en la estructura del conocimiento y la organización de un grupo social, determinando sus formas de pensar y actuar frente a situaciones específicas. En este caso, se trata de la preferencia por ciertos rasgos físicos en la figura humana. Para la estudiante 1, la silueta delgada, con curvas, cabello lacio de un color particular y piel clara ya se configura como una ideología, orientando sus rutinas diarias hacia la meta de alcanzar ese cuerpo ideal. Esto se refleja en su práctica de ejercicio físico y el consumo de productos que la acercan a ese estereotipo.

Desde una perspectiva intercultural en la enseñanza de las ciencias, es fundamental que los estudiantes reconozcan las prácticas eugenésicas, es decir, la clasificación de rasgos según estereotipos de belleza y perfección fenotípica. Luego, deben comprender que, aunque la evolución es un proceso genético, también está influenciada por las configuraciones culturales. En otras palabras, la evolución continúa hoy en día y toma en cuenta las percepciones sobre lo que se considera “bonito” o “feo” en cuanto al físico humano.

Consideraciones finales

Desde una perspectiva sociológica, la ideología se entiende como el conjunto de ideas

y percepciones mediante las cuales un grupo social interpreta, enfrenta o explica diferentes situaciones de la vida. Además, la ideología requiere comunicación y lenguaje para construirse de manera comunitaria y difundirse entre otras comunidades, no siendo una construcción ingenua, sino con intenciones y propósitos claros de dominio y perpetuación de relaciones de poder. Es decir, cuando una comunidad desarrolla una ideología, busca expandirla a otras comunidades.

En este sentido, las sociedades occidentales han establecido ideologías sobre la figura humana y las características estéticas ideales. A través de la comunicación y las relaciones globalizadas, facilitadas por la tecnología, estas ideologías se han difundido y establecido como estándares hegemónicos en comunidades en desarrollo, como las urbanas en Colombia. Esta imposición sutil de ideologías occidentales se refleja en el discurso gráfico y oral de los jóvenes, como se observa en las actividades descritas en la experiencia sistematizada. Así, las personas ajustan su pensamiento y adoptan acciones para alcanzar los estereotipos de estas ideologías. Esto se evidencia en la silueta presentada por la estudiante 1 (ver figura 4) y en sus comentarios durante la socialización. Ella elige representar una figura que, aunque no es la suya, considera ideal según los estereotipos del lenguaje propagandístico y social al que está expuesta. Además, esta ideología influye en sus acciones, llevándola a adoptar hábitos alimenticios y de actividad física para lograr ese modelo estereotipado.

Uno de los problemas en la enseñanza de las ciencias es la tendencia a presentar conceptos como verdades absolutas e incuestionables, lo que puede llevar a una comprensión limitada de temas como la evolución y la eugenesia. Enfoques puramente biologicistas reproducen ideologías que, aunque válidas en el ámbito científico, pueden no resonar con

la realidad cultural de los estudiantes. Los términos y explicaciones científicas son comprensibles sólo para quienes dominan ese lenguaje, mientras que, en contextos urbanos, las explicaciones locales son más significativas.

Esta visión absolutista ha causado desmotivación entre profesores y estudiantes. Por ello, es crucial cambiar la perspectiva desde la que se concibe la educación en ciencias, pasando de enfoques tradicionales a interculturales, para lograr resultados que fomenten la emancipación cultural y el pensamiento crítico. El diseño de la experiencia sistematizada refleja esta visión intercultural a partir de las expresiones identitarias de los estudiantes, como sus preferencias físicas, y relacionarlas con procesos biológicos como la evolución humana.

La eugenesia, desde una perspectiva sociológica, afecta la biología al influir en la clasificación de rasgos fenotípicos, creando estándares de belleza que afectan la heredabilidad y pueden provocar subdivisiones en la especie. Esta propuesta busca transformar las prácticas pedagógicas en la enseñanza de la evolución y la eugenesia, abordándolas no como procesos estáticos y definitivos, sino como fenómenos en curso, influenciados por las configuraciones culturales y sociales actuales. Así, se facilita el reconocimiento de prácticas eugenésicas, su relación con ideologías occidentales y una comprensión más integral de la evolución y la eugenesia.

Referencias

- Acaso, M. y Nuere, S. (2005). El currículum oculto visual: aprender a obedecer a través de la imagen. *Arte, individuo y sociedad*, 17, 207-220. <https://www.redalyc.org/pdf/5135/513551273010.pdf>
- Candela Rodriguez, B. F. (2023). Elementos de la práctica reflexiva en la formación y desarrollo profesional de los docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (54). 339-354. <https://doi.org/10.17227/ted.num54-16421>
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos básicos de aprendizaje en todas las áreas*. <https://www.colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje-en-todas-las-areas>
- García, J. H. (2010). Ideología, educación y políticas educativas. *Revista Española de Pedagogía*, 68(245), 133–150. <http://www.jstor.org/stable/23766277>.
- Jara, O. (2012). La sistematización de experiencias. *Práctica y teoría para otros mundos posibles*, 8-258. <https://repository.cinde.org.co/bitstream/handle/20.500.11907/2121/Libro%20sistematizacio%cc%81n%20Cinde-Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Landa, J. M. (1999). Discriminación y prácticas eugenésicas: una aproximación al problema desde la perspectiva jurídico-penal con especial referencia al artículo 161-2o in fine del Código penal de 1995. En C. M. R. Casabona (Ed.), *La Eugenesia Hoy* (pp. 307–348).

- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje*. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf
- Molina, A. (2010). Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y el contexto cultural. *Revista Educyt*, 1, 86-104. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/8>
- Moreno Muñoz, M. (2007). *Eugenesia liberal, convergencia de tecnologías y perspectivas en evolución humana*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/22656>
- Nistal, M. T. F., Bertran, A. M. T., Ibarra, R. E. P. y Pacheco, A. C. L. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(2), 287-298. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3737>
- Torres Diaz, G., Pedraza Yepes, C. y Moran Beltrán, L. (2020). *Ludovico Silva: ideología y educación*. Corporación Universidad de la Costa. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/filosofia/article/view/34947>
- Van Dijk, T. (1996). Análisis del discurso ideológico. *Versión*, 6(10), 15-42. https://www.academia.edu/122227815/An%C3%A1lisis_sociol%C3%B3gico_del_discurso
- Van Dijk, T. (1999). ¿Un estudio lingüístico de la ideología? *Discurso, cognición y educación*. (p.27). <https://esdocs.com/doc/1292224/discurso--cognici%C3%B3n-y-educaci%C3%B3n>
- Van Dijk, T. A. (2005). Ideología y análisis del discurso. *Utopía y praxis latinoamericana*, 10(29), 9-36. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/utopia/article/view/2703>
- Walsh, C. (2005). Interculturalidad, conocimientos y decolonialidad. *Signo Y Pensamiento*, 24(46), 39-50. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/signoypensamiento/article/view/4663>