

Tecné Episteme y Didaxis

TED 55

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 55, primer semestre de 2024

ISSN 2665-3184 para el formato impreso

ISSN 2323-0126 para el formato WEB-Online

Clasificada en Colciencias en categoría B

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

No. 55

Semestral

ISSN 2665-3184 (Impreso)

ISSN 2323-0126 (Web-online)

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

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

I. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología



Alejandro Álvarez Gallego

Rector

Mireya González Lara

Vicerrectora de Gestión Universitaria

Yeimy Cárdenas Palermo

Vicerrectora Académica

Fernando Méndez Díaz

Vicerrector Administrativo y Financiero

Helberth Choachí González

Secretario General

Norma Constanza Castaño Cuellar

Decana Facultad de Ciencia y Tecnología

Editor

Yair Alexander Porras Contreras

Profesor Departamento de Química

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

Laura Campo

Editadora de revistas

Paula Andrea Cubillos Gómez

Diagramación

Martha Méndez

Corrección de estilo

Laura Alejandra Urrego

Indexación de revistas

Duvan Estepa

Traducción y corrección de resúmenes en inglés y portugués

Adrián Díaz Espitia

Portada

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

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

Comité científico/editorial

Doctor Bruno D' Amore
Universit  di Bologna, Italia

Doctor Roberto Nardi
Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, Brasil

Doctor Agustín Ad r z-Bravo,
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Doctor Ot vio Alo sio Maldaner
Universidade Regional do Noroeste do Estado do
Rio Grande do Sul. (Brasil)

Doctor Luis Bayardo Sanabria
Profesor Departamento de Tecnología,
Universidad Pedagógica Nacional Colombia

Doctora Amparo Vilches
Universidad de Valencia (España)

Doctor Luis Eduardo Ravanal Moreno
Profesor Investigador, Universidad Central de Chile

Doctora Cristina Conchinha Marc o
Faculdade de Ci ncia e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Doctora Luciana Massi
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho

Doctor Jesús Enrique Pinto Sosa
Facultad de Educación de la
Universidad Autónoma de Yucatán

Equipo técnico apoyo editorial

Doctor  dgar Guacaneme
Profesor Departamento de Matemáticas
Universidad Pedagógica Nacional

Doctor John Alexander Rojas Montero
Profesor Departamento de Tecnología
Universidad Pedagógica Nacional

Doctor Jairo Robles Piñeros
Profesor Departamento de Biología
Universidad Pedagógica Nacional

Magister Juan Carlos Castillo Ayala
Profesor Departamento de Física
Universidad Pedagógica Nacional

Magister Ricardo Andrés Franco Moreno
Profesor Departamento de Química
Universidad Pedagógica Nacional

Laura Sofía Caicedo León
Estudiante Licenciatura en Química
Monitor de Investigación
Universidad Pedagógica Nacional

Nicolás David Mendivelso Vanegas
Estudiante Licenciatura en Matemáticas
Monitor de Investigación
Universidad Pedagógica Nacional

Contenido

Editorial

- La revista Tecné, Episteme y Didaxis (TED): una publicación científica consolidada en el contexto iberoamericano **7-11**
- A prática docente e a educação CTS: reflexões a partir do tema agrotóxicos **12-28**
Daiane Kist, Sinara München
- Relación entre Educación Ambiental y Química Ambiental en trabajos de grado de Licenciaturas en Química en Colombia **29-46**
María del Mar Duarte-Boada, Martha Janneth Saavedra-Alemán
- Diseño tecnológico escolar como producto del conocimiento profesional del profesor de tecnología **47-62**
María Yolanda Reina-Reina
- Conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología en maestros colombianos y sus tendencias **63-82**
Silvia Gómez-Daza, Jimmy Alexander Fúquene-Bárcenas,
Angie Paola Hernández-Manosalva, Elizabeth Andrea Triana-Luengas
- Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad **83-99**
María Claudia Solarte-Echeverri, Orlando Zúñiga-Escobar,
Carlos Augusto Osorio-Marulanda
- Saberes del alumnado de secundaria sobre el modelo de inmunidad y vacunas **100-116**
Marta Gómiz-Aragón, María Del Mar Aragón-Méndez,
José María Oliva-Martínez
- Enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria de jóvenes y adultos: hegemonías y resistencias **117-133**
Raúl Esteban Ithuralde, María Eugenia Moccagatta,
Ana Gabriela Dumrauf

- Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: **134-151**
el conocimiento escolar del espacio
María Delia González-Lizarazo, Carmen Alicia Martínez-Rivera, Emilio Solís-Ramírez
- Principios de complejidad para la planificación de contenidos **152-171**
y objetivos de unidades didácticas
Gonzalo M. A. Bermúdez, María Emilia Ottogalli
- Actitudes de Estudiantes de Secundaria hacia las Ciencias Naturales: **172-189**
Estudio Preliminar Datos ROSES
Pablo Alfonso Montoya Ramirez, Rosa Nidia Tuay Sigua
- Contribuições da autoavaliação para a formação de estudantes de Física 3 **190-207**
Maysa Anastacio Bernardo Flor da Rosa, Michel Corci Batista, Oscar Rodrigues dos Santos
- Conocimientos TPACK y actividades del tutor en línea en el aula virtual **208-225**
Lima Villeda Diana Natalia, Flores Macías Rosa del Carmen, Guzmán Cedillo Yunuén Ixchel
- La competencia digital docente en tiempos de pandemia: actitudes, **226-245**
prácticas y procesos formativos
Alfonso Vargas Franco, Karen López Gil, Liana Mercedes Torres Casierra
- Análise da atividade argumentativa em aulas de Química segundo **246-263**
Perelman e Olbrechts-Tyteca
Geraldo Alexandre da Silva Júnior, Márcia Gorette Lima da Silva
- Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: **264-278**
aportes para repensar la práctica docente
Francisco Javier Pérez Rodríguez, Sebastián Donoso Díaz
- Ya no somos Homo Sapiens: exploración a los desafíos del Homo Technologicus **279-295**
Daniel Augusto Duarte Arias, Orlando Ortega Chacón
- Modelos de práctica docente de futuros profesores de física: **296-312**
entre normativas y posibilidades
Lisbeth Lorena Alvarado-Guzmán, Nelson Enrique Hoyos, Carlos Uribe Gartner, Jaime Cortés
- Contextos para la enseñanza de las ciencias: **313-331**
Patrimonio Natural y Cultural desde diálogos interculturales
Andrea Aristizabal Fúquene, Royman Pérez Miranda

La revista Tecné, Episteme y Didaxis (TED): una publicación científica consolidada en el contexto iberoamericano

La Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED es una publicación científica que aborda el campo de la educación en ciencias, matemáticas y tecnologías. De esta manera, en los últimos treinta años, ha desempeñado un papel protagónico en las reflexiones sobre la importancia de construir comunidades académicas alrededor de la didáctica de las ciencias como una metadisciplina fundamentada. La diversidad de enfoques epistemológicos y metodológicos que hacen parte de las discusiones de TED precisan de una atención editorial que, desde sus inicios, ha concedido un lugar importante al saber y las experiencias de los docentes investigadores, quienes asumen su rol de dinamizadores de la cultura, sometiendo a escrutinio público sus contribuciones que, además, alimentan el campo de la didáctica de las ciencias. En este ámbito de difusión, emerge una mirada crítica de la realidad educativa y desde esta se construyen múltiples discursos sobre el saber y la misma práctica educativa.

En estos más de treinta años de la revista, han participado cerca de 1200 autores y autoras de distintos países del mundo, siendo Colombia, Brasil, México, Argentina, Chile y España, los países con mayor número de artículos. El objetivo de la Revista TED —que persiste con el paso de los años— se centra en contribuir a la consolidación de comunidades académicas en el campo de la educación en ciencias experimentales, matemáticas y tecnologías, a través de la difusión y circulación de resultados de investigaciones, reflexiones, experiencias didácticas, análisis de casos educativos y revisiones de tema. En este sentido, el reconocimiento a la Revista TED con la categoría A1, en el sistema de clasificación y evaluación de los medios académicos utilizados en la producción de publicaciones científicas en Brasil (Qualis CAPES), constituye un logro que se traduce en el posicionamiento de TED como referente en el campo de la didáctica de las disciplinas ya mencionadas en el ámbito iberoamericano. Sin duda alguna, estos resultados, junto con el creciente número de citas, representado en el índice h, abonan el camino para avanzar en procesos de democratización de la ciencia y la tecnología; fortalecer redes de investigadores; y articular los conocimientos que se anidan en las comunidades con cambios significativos en las maneras de sentir, pensar y actuar de los docentes que hacen parte del campo. Agradecemos a nuestros autores(as), evaluadores(as) y lectores(as) por compartir los siguientes artículos del presente número:

El primer documento de investigación titulado “A prática docente e a educação CTS: reflexões a partir de uma proposta de ensino com o tema de

agrotóxicos”, elaborado por las docentes Daiane Kist y Sinara München, tiene como propósito identificar las implicaciones, los retos y las potencialidades del abordaje del tema plaguicidas en clase de química, en tercer año de educación secundaria. Las reflexiones que se derivan de este estudio se centran en el papel del docente como gestor de procesos de innovación e investigación escolar, resaltando las potencialidades de transformar las prácticas habituales y mejorar el interés de los y las estudiantes.

En el segundo artículo de investigación, “Relación entre la educación ambiental y la química ambiental en trabajos de grado de programas de licenciatura en química en Colombia”, las profesoras María del Mar Duarte Boada y Martha Janneth Saavedra Alemán analizan la relación entre la química ambiental y la educación ambiental, a partir de los trabajos de grado presentados entre los años 2015 a 2019 en los programas de licenciatura en química en Colombia. Los resultados muestran una tendencia mayoritaria por perspectivas antropocéntricas de la educación ambiental, asimismo, se destacan los contenidos de la química ambiental, la antroposfera y los impactos de las actividades humanas en los desequilibrios globales.

El tercer artículo de investigación se titula “La noción escolar de diseño tecnológico como producto del conocimiento profesional del profesor de tecnología”, cuya autoría corresponde a la profesora María Yolanda Reina Reina. El documento presenta un estudio de caso cualitativo-interpretativo, relacionado con el conocimiento que ha construido el profesor de tecnología, para abordar la enseñanza del diseño tecnológico. Los resultados muestran que el conocimiento profesional del profesor de tecnología es un proceso analítico y propositivo, que busca motivar a los estudiantes a reflexionar sobre su entorno tecnológico y, de esta manera, a que tomen decisiones acertadas.

El cuarto artículo de corte investigativo, presentado por Silvia Gómez Daza, Jimmy Alexander Fúquene Bárcenas, Angie Paola Hernández Manosalva y Elizabeth Andrea Triana Luengas, lleva por título “El conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología: estudio de caso múltiple con maestros de ciencias naturales de Bogotá, Colombia y sus tendencias”. El propósito del texto es analizar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de la biotecnología y sus tendencias en cuatro maestros de ciencias naturales, que laboran en instituciones educativas de Bogotá. Los resultados demuestran la interacción entre los diferentes componentes del CDC y las relaciones con los procesos de enseñanza y aprendizaje; y exponen las tendencias tanto del quehacer y la praxis educativa de los maestros y maestras que trabajan la biotecnología.

En el quinto trabajo de investigación “Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad” de María Claudia Solarte Echeverri, Orlando Zúñiga Escobar y Carlos Augusto Osorio Marulanda se integran el diálogo de saberes, la interdisciplinariedad, las cosmovisiones de las comunidades y los conocimientos científicos en un modelo de educación ambiental para la

formación de docentes. Los principios sobre los cuales se construye la propuesta son la no linealidad, la complementariedad y el principio de incertidumbre.

El artículo denominado “Análisis de los saberes del alumnado de secundaria sobre el modelo de inmunidad y vacunas”, de Marta Gómiz Aragón, María del Mar Aragón Méndez y José María Oliva Martínez, constituye una investigación que indaga por las ideas de los y las estudiantes en temas relacionados con las vacunas. Si bien los resultados cualitativos toman distancia de un modelo de inmunidad, se evidencia la unidimensionalidad de las medidas obtenidas, lo cual permite proyectar una propuesta de progresión, en aspectos clave del modelo.

Los profesores Raúl Esteban Ithuralde, María Eugenia Moccagatta y Ana Gabriela Dumrauf presentan el artículo “Enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria de jóvenes y adultos: hegemonías y resistencias”, cuyo propósito es explorar las prácticas de enseñanza de ciencias naturales en la educación primaria de jóvenes y adultos de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. Los resultados demuestran la presencia de prácticas hegemónicas descontextualizadas, que refrendan visiones tradicionales. Sin embargo, existen prácticas problematizadoras que abordan temas de injusticia no sistematizadas que limitan su poder transformador.

El documento “Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: el conocimiento escolar del espacio”, de María Delia González Lizarazo, Carmen Alicia Martínez Rivera y Emilio Solís Ramírez, constituye una investigación que parte de la caracterización del conocimiento escolar del espacio (o CPCE) con docentes que enseñan física en secundaria pública en Colombia. Las respuestas obtenidas en el cuestionario sugie-

ren que la mayoría de docentes manifiestan la coexistencia entre dos niveles: cientificista e investigación escolar. De igual manera, se analizan obstáculos en la evolución de un nivel a otro, además de reflexiones para promover dicha progresión.

La investigación de los profesores Gonzalo Bermúdez y María Ottogalli, desarrollada en el artículo “Los principios de la complejidad para la planificación de los contenidos y objetivos de las unidades didácticas”, tiene como eje central el reconocimiento e incorporación de los principios del paradigma de la complejidad de Edgar Morin en la planificación de la enseñanza. En la propuesta se incorporan los principios de la complejidad dialógico, hologramático y recursivo, los cuales se relacionan con dos elementos básicos del diseño de unidades didácticas: los contenidos y los objetivos.

El artículo denominado “Actitudes de estudiantes de secundaria hacia las ciencias naturales: Estudio inicial sobre datos empíricos del proyecto ROSES”, propuesto por los profesores Pablo Alfonso Montoya Ramírez y Rosa Nidia Tuay Sigua, presenta los resultados de una investigación internacional titulada “Relevance of Science Education Second”, sobre las actitudes de los estudiantes frente a temas de ciencia y tecnología. Los participantes encuestados pertenecen a la ciudad de Bogotá y el tema sobre el cual se indagó fue *qué les gustaría aprender*, este evalúa actitudes e intereses de jóvenes de 15 años.

Los profesores Maysa Anastácio Bernardo Flor da Rosa, Michel Corci Batista y Oscar Rodrigues dos Santos son los autores del artículo de investigación titulado “Aportes de la autoevaluación a la formación de estudiantes de Física 3 en Ingeniería Electrónica”. El propósito de este documento consiste en analizar las contribuciones del uso de la

autoevaluación en la formación de estudiantes en la disciplina de Física 3, del curso de pregrado en ingeniería electrónica de una universidad federal en la región centro-oeste de Paraná, Brasil, desarrollado a distancia durante la pandemia.

Por su parte, el artículo denominado “Un análisis integral de la actividad del tutor en línea en el aula virtual desde el modelo TPACK”, elaborado por los docentes Diana Natalia Lima Villeda, Rosa del Carmen Flores Macías y Yunuén Ixchel Guzmán Cedillo, pretende indagar la efectividad del modelo del conocimiento tecnológico pedagógico y de contenido (TPACK, por sus siglas en inglés), haciendo énfasis en cómo los tutores en línea manifiestan y explican sus conocimientos en el aula virtual.

El documento “La competencia digital docente en tiempos de la pandemia: actitudes, prácticas y procesos formativos”, elaborado por los profesores Alfonso Vargas Franco, Karen López Gil y Liana Torres Casierra, describe las actitudes, prácticas y procesos formativos relacionados con la competencia digital en docentes de educación pública colombiana durante el periodo de confinamiento por Covid-19. Los resultados revelan las competencias informacionales utilizadas por los docentes para acceder y seleccionar recursos educativos digitales durante el confinamiento.

Los profesores Geraldo Alexandre da Silva Júnior y Márcia Gorette Lima da Silva presentan el artículo “Análisis de la actividad argumentativa en las clases de Química según Perelman y Olbrechts-Tyteca”, que tiene como objeto fomentar la argumentación analizando el discurso docente con base en la Teoría de Perelman y Olbrechts-Tyteca, utilizando el análisis textual discursivo (ATD). Los resultados demuestran un proceso metacognitivo de reflexión sobre los argumentos utilizados, destacando la solidez teórica y metodológica del modelo argumentativo.

El texto de reflexión titulado “Elementos epistemológicos en la educación para la cultura científica: aportes para repensar la práctica docente”, de los profesores Francisco Pérez Rodríguez y Sebastián Donoso Díaz, revela los rasgos epistemológicos y didácticos que permiten consolidar una cultura científica. Estos se resumen en: 1) reconocer lo latente; 2) promover la Verstehen; 3) complejizar e integrar disciplinas; y 4) valorar la unicidad. La importancia de estas reflexiones radica en la configuración de la profesión docente como un ejercicio intelectual, que dinamiza la cultura.

Los profesores Daniel Augusto Duarte Arias y Orlando Ortega Chacón presentan el artículo de reflexión “Ya no somos *Homo sapiens*: exploración a los desafíos del *Homo technologicus*”, el cual tiene como objetivo iniciar una discusión sobre el papel de las humanidades en la época tecnológica, superando la visión ontológica clásica del ser humano y posicionando el transhumanismo como una alternativa en la enseñanza de las humanidades, desde la perspectiva de los seres tecnológicos.

El artículo de reflexión “Modelos de práctica docente de futuros profesores de física: entre normativas y posibilidades”, elaborado por Lisbeth Lorena Alvarado Guzmán, Nelson Enrique Hoyos, Carlos Uribe Gartner y Jaime Cortés, se centra en el estudio del modelo de práctica docente de un programa de formación inicial de profesores de física, utilizando documentos de autoevaluación como punto de análisis. Entre los impactos esperados se encuentra la generación de condiciones que fortalezcan el vínculo universidad-escuelas y el reconociendo de la importancia de consolidar comunidades de práctica y políticas públicas para mejorar los procesos de formación docente.

El artículo de reporte de caso educativo elaborado por Andrea Aristizábal Fúquene y Royman Pérez Miranda, denominado “Contextos para la enseñanza de las ciencias: el patrimonio natural y cultural desde diálogos interculturales”, presenta los resultados de un proceso de sistematización de experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias. Estas experiencias tienen como epicentro el desarrollo de una ciudadanía con sentido de pertenencia en el marco de las prácticas profesionales de profesores en formación inicial, utilizando el patrimonio natural y cultural de la nación como tema central, vinculado a la historia de las ciencias como contexto de trabajo para la formación en química.



A prática docente e a educação CTS: reflexões a partir do tema agrotóxicos

- Teaching Practice and STS Education: Reflections from the Topic of Pesticides
- La práctica docente y la educación CTS: reflexiones a partir del tema pesticidas

Daiane Kist* 
Sinara München** 

Resumo

Este artigo de pesquisa tem como foco a prática docente a partir de uma proposta didática sobre o tema agrotóxicos, desenvolvida na disciplina de Química em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, pautada nos pressupostos da Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). O tema, considerado controverso, estava relacionado ao contexto dos estudantes. Desta forma, a análise objetivou identificar as implicações, desafios e potencialidades no e para o ensino de Ciências. A abordagem metodológica é qualitativa, partindo da análise do diário de bordo, produzido no decorrer das aulas. Os excertos foram analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva, emergindo uma categoria final intitulada: Reflexões sobre a prática docente frente a Educação CTS. Os resultados contribuem para evidenciar o ato de refletir sobre o que se deve ensinar e o que se ensina, promovendo debates voltados para o contexto que objetivam a formação de cidadãos críticos, do mesmo modo que auxilia positivamente na constituição do professor. Dentre os resultados destaca-se a falta de tempo dos professores, condições e ferramentas para promover o ensino de forma interdisciplinar e, ainda, a falta de formação inicial e/ou continuada pautada nos pressupostos da Educação CTS. Assim, as potencialidades se referem às modificações na prática docente, identificadas neste trabalho, sendo oriundas de reflexões e vivências de atividades em sala de aula a partir da Educação CTS.

Palavras-chave

ensino de ciências; Ciência-Tecnologia-Sociedade; temas; ensino médio; Química.

Abstract

This research article focuses on teaching practice based on a didactic proposal about the topic of pesticides, developed in Chemistry discipline in a third-year high school class, based on the assumptions of STS Education. The topic, considered controversial, was related to the students' context. Thus, the analysis aimed to identify the implications, challenges, and potentialities in and for science teaching. The methodological approach is qualitative, based on the analysis of the logbook produced during the classes. The excerpts were

* Mestranda em Ensino de Ciências. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: dayanekist@gmail.com.

** Doutora em Educação em Ciências. Docente na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: sinara.munchen@uffs.edu.br.



analysed according to the Textual Discourse Analysis, resulting in a final category entitled: Reflections on the teaching practice facing the STS (Science, Technology, Society) Education. The results contributed to highlight the act of reflecting on what should be taught and what is taught, fostering context-oriented debates that aim at the formation of critical people, in the same way that it helps positively in the development of the teacher. Among the results, we can highlight the teachers lack of time, conditions, and tools to promote teaching in an interdisciplinary way, as well as the lack of initial and/or continuing formation based on the assumptions of STS Education. Therefore, the potentialities refer to changes in teaching practice, identified in this work, originating from the reflection and experience of classroom activities based on STS Education.

Keywords

science teaching; Science-Technology-Society; topics; high school; Chemistry.

Resumen

Este artículo de investigación se centra en la práctica docente a partir de una propuesta didáctica sobre el tema pesticidas, desarrollada en la disciplina de Química en una clase de tercer año de secundaria, basada en los supuestos de la Educación CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad). El tema, considerado controversial, estaba relacionado con el contexto de los estudiantes. De esta manera, el análisis pretendía identificar las implicaciones, los retos y las potencialidades en y para la enseñanza de Ciencias. El enfoque metodológico es cualitativo, basado en el análisis de cuaderno de bitácora, elaborado durante las clases. Los fragmentos fueron analizados según el Análisis Textual del Discurso, surgiendo una categoría final titulada: Reflexiones sobre la práctica docente frente a la Educación CTS. Los resultados contribuyen para evidenciar el acto de reflexionar sobre lo que se debe enseñar y lo que se enseña, promoviendo debates centrados en el contexto que apuntan a la formación de ciudadanos críticos, de la misma forma que este ayuda positivamente en la constitución del profesor. Entre los resultados se destaca la falta de tiempo del profesorado, condiciones y herramientas para promover la enseñanza de forma interdisciplinar, así como la falta de formación inicial y/o continúa basada en los supuestos de la Educación CTS. Así, Las potencialidades se refieren a los cambios en la práctica docente, identificados en este trabajo, siendo originadas de reflexiones y experiencias de las actividades en el aula a partir de la Educación CTS.

Palabras clave

enseñanza de las ciencias; Ciencia-Tecnología-Sociedad; temas; enseñanza secundaria; Química.

Introdução

A Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) abrange vários conceitos, objetivos e denominações que variam entre Movimento CTS, enfoque CTS e abordagem CTS. Tanto a variação nominal quanto os conceitos elencados a cada termo se interligam em vários aspectos fundamentais. Referente a denominação, Strieder (2012) propõe que o termo Movimento CTS é utilizado para abranger uma parcela mais geral de discussões, já o Enfoque CTS passa a inserir os pressupostos do movimento CTS dentro da área da educação e, por sua vez, o termo Abordagem CTS, passa a categorizar as diferentes possibilidades de se trabalhar as relações CTS no Ensino de Ciências.

Portanto, aqui utilizamos a denominação Educação CTS por esta elencar aspectos entre a tríade CTS, o Ensino de Ciências e a prática docente. Ainda, de acordo com Strieder (2012), destacamos os pontos chaves trazidos pela autora para justificar o uso do termo Educação CTS:

[...] proporcionar aos alunos meio de emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade; proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência; tomar a ciência mais acessível e mais atraente a alunos de diferentes capacidades e sensibilidades, e preparar os jovens para o papel de cidadãos em uma sociedade democrática. Strieder (2012, p. 15)

Igualmente, para Santos e Schnetzler (2010, p. 61), o termo “[...] está vinculado à educação científica e cidadã”; alinhada a ideia anterior, Santos (2011, p. 23) afirma que “o movimento CTS assumiu como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores”.

Consequentemente, Santos e Mortimer (2002) ainda apontam que a Educação CTS busca desenvolver a tomada de decisões e por isso objetiva a formação para a cidadania, da mesma forma que Auler (2011) explana que se deve reinventar CTS para que seja uma educação voltada para a formação de sujeitos autônomos. Gutierrez e Cesar (2016) destacam as complexas relações entre ciência e sociedade no mundo contemporâneo e, portanto, a necessidade de manter aspectos de formação humanística associados ao ensino de Ciências.

Partindo das compreensões apresentadas, aqui propomos a Educação CTS por meio de uma abordagem temática. Para Delizoicov et al., (2011) utilizar-se da abordagem temática requer trabalhar em uma perspectiva baseada em temas a partir dos quais são selecionados os conteúdos para o ensino das disciplinas. Destacamos que a proposta da abordagem temática é justamente elencar o contexto dos estudantes com a temática que será trabalhada e, após, aprofundar estes conhecimentos até o momento de inserir os conteúdos curriculares em questão.

Assim, segundo Halmenschlager (2014), existem diferentes compreensões a respeito das temáticas, mas todas elas remetem a ideia de o tema englobar a dimensão conceitual e social, sendo os conceitos científicos subordinados ao tema; portanto, ela se direciona para os objetivos da Educação CTS, a formação crítica e cidadã, sendo facilmente elencadas para a implementação na prática docente.

As aulas planejadas, com base na abordagem temática e fundamentadas nos pressupostos da Educação CTS, possibilitam que o aluno aproxime os conteúdos escolares do contexto ao qual habita e atua, da mesma forma que este pode abranger uma maior quantidade de acontecimentos.

Neste sentido, a abordagem temática compõe os objetivos da Educação CTS, buscando demonstrar aos estudantes que os conteúdos escolares podem e devem ser utilizados como ferramenta de compreensão de seus contextos. De acordo com Halmenschlager (2011, p. 19), a abordagem temática “busca desenvolver temas relacionados à comunidade escolar, que ao mesmo tempo, integram relações CTS”, dessa forma os currículos são organizados a partir de temáticas e, passam a trabalhar os conteúdos escolares elencados a elas (Halmenschlager, 2011). Schneider et al. (2018) pontuam que a abordagem temática tem como característica o questionamento imediato de “por que ensinar?”

Trabalhar com a Educação CTS e a abordagem temática tem como intuito buscar modificações no processo de ensino e aprendizagem, bem como no ambiente escolar. Magoga e Muenchen (2018) inferem que a abordagem temática busca mudança nas concepções escolares, no currículo, implicando na mudança do estilo de pensamento tradicional. Refletindo sobre a atuação docente surgem elementos de ruptura da prática docente tradicional e conteudista. Como afirmam Colares et al., (2021) refletir sobre a prática docente é primordial para que o ato educativo se converta em um processo permanente de reflexão, objetivando rupturas transformadoras, sendo este o pressuposto necessário para a construção coletiva do caráter transformador da educação.

Além disso, Imbernón (2011) aponta que a atualidade exige profissionais com competências pedagógicas coerentes com o contexto ao qual fazem parte, que se adaptem às modificações da sociedade e das tecnologias, buscando conhecimentos para atuar na prática docente, primando pela formação de cidadãos ativos em sociedade; ainda reafirmando que, “[...] a nova era requer um profissional da educação diferente” (p.12). Sendo assim, é importante a reflexão sobre a prática docente, como um mecanismo que objetiva as mudanças e adaptações necessárias, afinal, o profissional que reflete sobre sua atuação, o faz pensando em modificá-la e qualificá-la.

Para Alarcão (1996), o conceito de professor reflexivo vai muito além da ação docente, implicando na pessoa e nas razões pelas quais ocupa o lugar de professor perante a sociedade, sendo agente ativo, tanto do desenvolvimento próprio, como também da escola e do meio social ao qual pertence. O professor reflexivo busca elementos que promovam a qualificação do processo de ensino, como afirmam Zeichner e Pereira (2005, p. 74), “[...] os professores podem não ser capazes de mudar estruturas sociais injustas por meio da pesquisa em sala de aula, mas podem fazer a diferença em termos de como afetam a vida de seus estudantes e a vida da instituição escolar [...]”.

Repensar sobre as implicações e os desafios impostos na prática docente nos conduz à reflexão sobre o que é ensinado e sobre os saberes docentes necessários para se trabalhar em sala de aula. Kist e München (2021, p. 139) afirmam que “as reflexões podem apontar para o que precisa ser repensado no ensino e quais as possibilidades para a qualificação do processo de ensino e aprendizagem”;

dessa forma, refletir se torna necessário e esse ato, por sua vez, busca fazer com que o docente possa evidenciar quais conteúdos devem ser abordados e de que forma.

Gonçalves et al., (2007) defendem que “quando o professor escreve, ele reflete, mesmo que inconscientemente, sobre suas ideias. Com base nisso, podemos afirmar que escrever é um modo de favorecer a reorganização do pensamento docente” (p. 230). A reflexão da prática docente, seja ela de forma verbal ou escrita, facilita o entendimento de aspectos que precisam ser revisados e melhorados no ato de ensinar, da mesma forma que externa os problemas que precisam ser sanados nesse processo. Vinculando esse pensamento as ideias de Kist e München (2021), destaca-se que “o ato de refletir sobre a própria prática ainda viabiliza a inserção dos pressupostos da educação CTS em sala de aula, da mesma forma que auxilia na promoção do trabalho calcado na interdisciplinaridade” (p. 139).

Quando se reflete sobre a prática docente, também repensamos os conteúdos que devem ser trabalhados em sala de aula, dessa forma se mostra a necessidade de associá-los ao contexto dos estudantes, com a finalidade de formar a consciência crítica necessária para a atuação em sociedade. A inserção da abordagem temática pautada na Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no processo de ensino pode aproximar o estudante das relações com o seu contexto.

Para Capelo e Pedrosa (2011), incluir as inter-relações da educação CTS nos processos de ensino e aprendizagem de ciências tem como objetivo enfatizar que todos os alunos, sejam capazes de ponderar argumentos e tomar decisões, para que sejam aptos a entender os avanços científicos-tecnológicos da sociedade atual. Geraldo e Lorenzetti (2022) ratifica que a abordagem CTS deve oportunizar

reflexões entre a tríade CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e consequentemente abrirem espaços para posicionamentos mais conscientes.

Dessa forma, por meio da elaboração de uma sequência didática e seu desenvolvimento em uma turma de Ensino Médio, sobre a controversa temática que trata o uso dos agrotóxicos, pautada na abordagem CTS; este trabalho, baseado na reflexão da prática docente, tem o objetivo de identificar quais são os desafios e potencialidades que permeiam a atuação docente frente a Educação CTS. Sobre a utilização da sequência didática como metodologia para se trabalhar uma abordagem temática, Silva (2016) pontua ser viável, pois propõe diferentes tipos de abordagens, debates e discussões, sendo possível elencar a ela outras atividades que promovam ao estudante o ato de refletir sobre o ensino que está sendo proposto.

O tema Agrotóxicos foi escolhido por fazer parte do contexto dos alunos, pois a região em que a escola está localizada tem a agricultura como uma de suas bases econômicas e sociais. Outras características associadas a agricultura na região são a predominância de pequenas propriedades rurais e a concentração de plantação de soja (Feix et al., 2022). Assim, a cultura da soja é apontada como uma das que mais faz uso de agrotóxicos em seu cultivo¹.

Desta forma, o trabalho aborda a investigação da prática docente da primeira autora ao desenvolver uma sequência didática sobre o tema agrotóxicos no ensino de Química, através da análise de um diário de bordo.

1 Para mais informação visitar o site: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>

Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa (Lüdke e André, 2013) e os elementos que fundamentam a investigação são oriundos do diário de bordo da autora enquanto professora-pesquisadora, portanto, esta pesquisa foi desenvolvida com base na investigação da própria prática docente (Boszko e Güllich, 2016).

Neste sentido, a professora-pesquisadora possui graduação em Licenciatura em Química, exercendo sua profissão há seis anos e como mestrande no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências investigou a sua própria prática docente a partir de uma sequência didática pautada na Educação CTS. O desenvolvimento da sequência didática ocorreu no segundo semestre de 2021, nas aulas de Química em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, que foi composta por 14 estudantes de uma escola Pública Estadual. A escolha da turma foi por esta ter retornado, em sua totalidade, ao ensino presencial e porque a maioria dos alunos fazem parte do contexto agrícola e, conseqüentemente, conhecem ou utilizam agrotóxicos. No momento da aplicação da sequência didática, a professora-pesquisadora estava trabalhando 60 horas, divididas em três Escolas Estaduais em três Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, atuando nas seguintes disciplinas: Química, Biologia, Educação Financeira e Inovações Empreendedoras.

Após cada aula, ela se propôs escrever um diário de bordo, para que assim fosse construído o material para a análise da prática. Segundo Boszko e Güllich:

O diário de bordo (DB) caracteriza-se como um instrumento a partir do qual o sujeito narra suas ações e experiências diárias, o que lhe possibilita um (re)pensar da ação, um olhar mais atento ao que foi feito e ao que pode ser melhorado. (2016, p. 56)

Os escritos contidos nesse diário foram codificados da seguinte forma: SD_{A1} (sequência didática aula 1) e conseqüentemente modificando o número da aula ministrada. Igualmente, a análise foi de acordo com a Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes e Galiuzzi, 2016), que corresponde a uma metodologia de análise de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões e reconstruções sobre os discursos apresentados.

A temática escolhida para a sequência didática originou-se do contexto dos estudantes envolvidos na investigação, pois estes fazem parte de uma região extensivamente agrícola com cultivo principalmente de soja, milho e trigo, com amplo uso de agrotóxicos. Após a escolha da temática, foi desenvolvida uma sequência didática, com um total previsto de 6 horas/aula. A sistematização das atividades desenvolvidas encontra-se na Figura 1, apresentado abaixo.

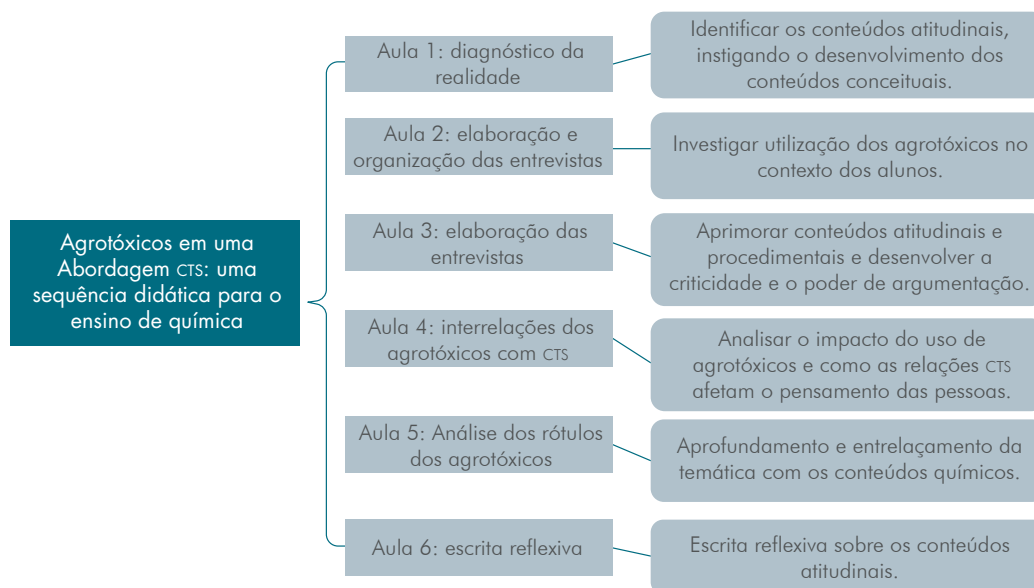


Figura 1. Planejamento da abordagem temática sobre os Agrotóxicos

Fonte: elaborado pelas autoras, (2021).

De acordo com as ideias propostas pela ATD, inicialmente devemos unitarizar os discursos e estabelecermos relações entre eles, fazendo emergir as categorias iniciais, intermediárias e finais (Moraes e Galiuzzi, 2016). Nesse processo de análise, desenvolvemos categorias emergentes, sempre buscando aquilo que se mostra dentro do contexto analisado (Moraes; Galiuzzi, 2016). Seguindo a

lógica de aproximação das categorias iniciais e intermediárias, se mostrou apenas uma categoria final: 1) Reflexões sobre a prática docente frente a Educação CTS, englobando a aproximação dos 34 excertos retirados do diário de bordo, conforme mostra a figura 2. Com a categoria final definida, a seguir, é apresentado o metatexto contendo resultados e discussões sobre o assunto.

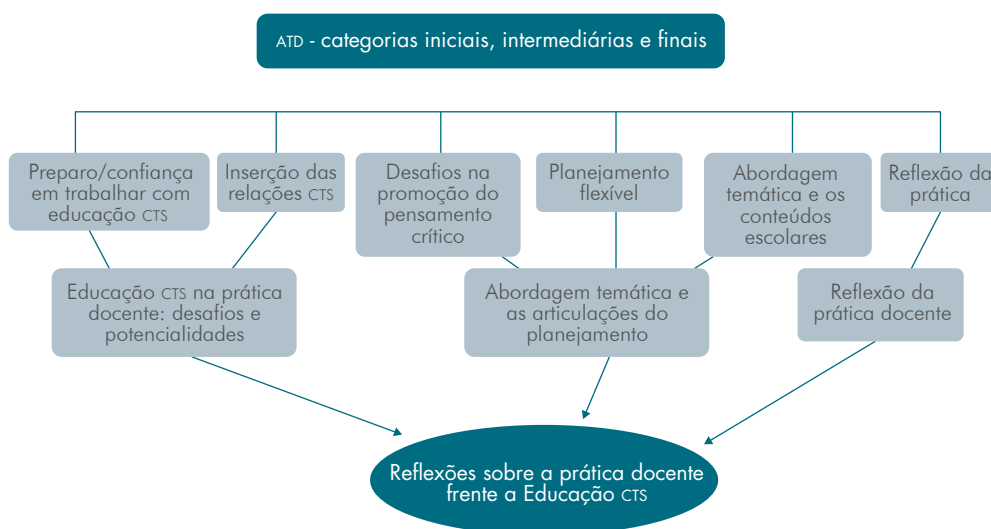


Figura 2. Categorias iniciais, intermediárias e finais

Fonte: elaborado pelas autoras, (2021).

Resultados e análise

Reflexões sobre a Prática Docente frente a Educação CTS

Para a produção do metatexto é preciso combinar descrição e interpretação, expressando intuições a partir da impregnação do *corpus* de análise (Moraes; Galiazzi, 2016). Buscando o objetivo desse artigo, que é a reflexão sobre a própria prática docente, é possível evidenciar com clareza os desafios enfrentados durante a aplicação da sequência didática e, também da reflexão gerada com a escrita do diário de bordo a partir da experiência do desenvolvimento da sequência didática. Neste sentido, Santos (2021) aponta as dificuldades no processo de reflexão da prática, afirmando que “o processo de reflexão da própria prática não é fácil ou simples; acontece de maneira progressiva e demanda determinado tempo para resgatar vivências e disposição para a (re)significação da prática” (p. 52).

Dos desafios enfrentados, é possível destacar o primeiro deles: *“dediquei mais horas ao meu planejamento para que eu desse conta e para que tudo desse certo, para que eu conseguisse alcançar meu objetivo”* (SD_{A1}), este excerto evidencia que o planejamento demandou mais horas que o habitual, pois o objetivo era uma aula contextualizada com a realidade dos estudantes, que os fizesse pensar em como atuar no contexto em que eles estão inseridos. Outro ponto que vale destacar é que, por ser uma proposta didática que visava a interação constante, os questionamentos e posicionamentos iriam surgir, e a professora-pesquisadora, como a mediadora da situação, deveria estar preparada para se posicionar e direcionar as discussões.

A necessidade de ter um preparo para trabalhar com uma temática que foi planejada com base na educação CTS permite refletir sobre a própria formação da professora. Apesar de estar pesquisando a respeito e estar inserida em um contexto que debate a prática docente com essa abordagem, ainda sentiu insegurança no momento da mediação dos conceitos mais gerais sobre o assunto. O excerto a seguir demonstra essa insegurança:

○ que me fez refletir principalmente sobre meu preparo em trabalhar temáticas aliadas a CTS, que talvez eu não estivesse tão preparada, mas tive êxito durante a aplicação pois me empenhei e estudei ao máximo para poder entregar um conhecimento claro e interdisciplinar aos estudantes. (SD_{A6})

Aqui é importante ressaltar que a temática sobre agrotóxico engloba distintas áreas do conhecimento, mas nesse contexto foi trabalhada somente na disciplina de Química e, para que a professora conseguisse alcançar os objetivos da proposta vinculados à contextualização e visão ampla da temática, e não apenas vinculada a disciplina de Química, ela propôs abordar, dentro das suas possibilidades, distintos enfoques e relações de diferentes áreas buscando a interdisciplinaridade. Consideramos que o desenvolvimento desta temática de

forma interdisciplinar envolvendo professores de várias disciplinas promoveria uma compreensão mais ampliada sobre os agrotóxicos e as questões que os envolvem. Ao mencionar a interdisciplinaridade, nos aproximamos às ideias de Fazenda (2011, p.73), quando a autora coloca que a “interdisciplinaridade é um termo utilizado para caracterizar a colaboração existente entre disciplinas diversas ou entre setores heterogêneos de uma mesma ciência [...]. Caracteriza-se por uma intensa reciprocidade nas trocas, visando a um enriquecimento mútuo”.

Assim, a pesquisadora iniciou as aulas articulando conteúdos e ideias com as demais áreas e disciplinas escolares, propondo reflexões sobre elas, direcionando os estudantes a pensar sobre as diferentes áreas e assuntos que o tema em questão poderia abranger, para posteriormente e gradativamente ir aproximando-a dos conceitos químicos. Halmenschlager (2014) ressalta que a abordagem temática exige um entendimento mais amplo entre o contexto dos estudantes e as situações propostas e, para isso “[...] talvez seja preciso a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, assim como entre as disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza” (p.80). A abordagem temática tem como característica a aproximação dos estudantes da realidade à qual estão inseridos, buscando fazê-los ter a percepção sobre a necessidade de associar o contexto com as áreas de estudo, o que pode causar insegurança ao docente pois, certamente as formações disciplinares nas licenciaturas não contemplam as diferentes áreas, da mesma forma que podem ocorrer desafios dentro da própria formação específica.

Mesmo estudando e planejando detalhadamente toda a sequência didática, ainda ela teve insegurança no decorrer da aplicação, Carvalho e Gil-Pérez (1995) discorrem a

respeito do conhecimento daquilo que se ensina e destacam que “-quando se propõe a questão do que nós, professores de Ciências, devemos “saber” e “saber fazer” - é, sem dúvida, a importância concebida a um bom conhecimento da matéria a ser ensinada” (p. 20). Considerando o conhecimento da matéria a ser ensinada como um dos primordiais conhecimentos docentes, vale ressaltar que o momento da sequência didática que a professora se sentiu mais confortável foi durante a inserção dos conteúdos químicos, especificamente, quando foi inserido o conteúdo de funções orgânicas, relacionando-o com a temática, assim como esboça o excerto a seguir “*nessa etapa me senti bastante segura para mediar os debates, em meu pensamento foi porque tratei diretamente da parte química, da parte que tenho maior conhecimento*” (SD_{A6}).

A insegurança aqui apresentada estava atrelada ao desafio da abordagem temática, e do lugar que os conteúdos ocupam, pois é preciso conhecer as relações que a temática abordada estabelece com o contexto, assim como considerar a centralidade dos conceitos científicos, e ainda ter o domínio daquilo que se quer e que se precisa ensinar sobre qualquer debate vinculado ao tema na cultura escolar. Strieder (2012) reflete sobre as relações da abordagem temática afirmando que:

[...] na abordagem temática os conteúdos escolares são selecionados a partir dos temas, o que quer dizer que os conceitos científicos, também são selecionados a partir do tema, passando, dessa forma, de finalidade para meios utilizados para a compreensão dos temas. Esses temas constituem os objetos do conhecimento [...]. (Strieder, 2012, p. 148)

Repensando as relações de tema, conteúdo, conceitos e objetos do conhecimento propostas por Strieder (2012), é importante

destacar que a atividade que foi desenvolvida impulsionou movimento na própria prática da docente, se aproximando ao contexto dos estudantes e fazendo refletir sobre os objetos do conhecimento do processo de ensino, ressaltando ainda que a prática docente pautada na abordagem temática depende do processo de formação dos docentes. Halmenschlager (2014, p. 215) se posiciona quanto a isso afirmando que a prática docente “depende da forma como as concepções teóricas e práticas da proposta de ensino são trabalhadas no processo de formação”.

Desta forma, na abordagem por meio de temas, os conceitos científicos são subordinados ao tema, e, portanto, surgem no decorrer da aplicação da temática, conforme exposto a seguir, *“minha proposta fez com que os estudantes construíssem pensamentos críticos e relacionassem aquilo com a química, com os conteúdos”* (SD_{A7}). Na etapa referente aos conceitos científicos destaca-se o seguinte excerto, *“consegui proporcionar a construção de conhecimentos e argumentos críticos, fazendo os estudantes perceber que podem e devem interferir de forma positiva em seus contextos”* (SD_{A7}). Aqui é possível identificar o êxito no desenvolvimento justamente por se sentir mais preparada, pois a química é a área da formação inicial da professora e, segundo Carvalho e Gil-Pérez (1995), *“um bom domínio da matéria constitui-se, também a partir de um ponto de vista didático, como algo fundamental”* (p. 25).

As potencialidades do desenvolvimento da atividade também se destacaram, como por exemplo, a grande participação e interesse dos alunos no tema e na maneira como a temática foi tratada, como exposto a seguir, *“os debates geraram frutos e levamos mais tempo que o estimado”* (SD_{A7}) e isso se deve também à proximidade da temática com o contexto dos estudantes, gerando maior interesse na aprendizagem. Consequentemente, um dos objetivos da Educação CTS é buscar a solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, econômicos e políticos, sempre objetivando preparar o cidadão para a participação ativa em sociedade (Santos e Schnetzler, 2010), mas o fato de aproximar-se do contexto não torna a abordagem fácil, assim como apresentam Geraldo e Lorenzetti (2022, p. 17), *“embora os pressupostos da Educação CTS sejam de fácil identificação, as práticas CTS podem congrega diferentes elementos didáticos-pedagógicos”*, exigindo um maior domínio de saberes por parte dos professores.

Acerca da própria atuação docente da pesquisadora, pode-se destacar que trabalhar a abordagem temática pautada na Educação CTS é uma tarefa desafiadora e exige muito preparo. O excerto a seguir revela que, ela conseguiu se posicionar perante a isso e propor diálogos com os estudantes, *“nesse momento apresentei com mais firmeza o termo CTS, os fazendo refletir sobre o significado de CTS e as relações entre a tríade, que uma não se mantém sem a outra, que devem existir mutuamente, que esta ideia de testar, produzir, vender está diretamente ligada à CTS”* (SD_{A4}).

Propor o desenvolvimento dos pressupostos da Educação CTS na prática docente requer o comprometimento do docente, tanto com a formação,

quanto com os debates que devem ser propostos sobre o currículo escolar. Cachapuz (2011) menciona que sem os debates curriculares evidenciando as necessárias modificações teórico-metodológicas, a prática docente, pautada na Educação CTS, corre sérios riscos de cair em um mero modismo, o que nos preocupa, já que o objetivo é justamente propor que ocorra a reorganização dos currículos buscando sempre a formação crítica dos estudantes.

Assim, é possível verificar que os três aspectos mencionados precisam se interligar para que a Educação CTS de fato ocorra na prática e “não caia em um mero modismo”, assim como mencionado por Cachapuz (2011). De acordo com o excerto a seguir, “o professor sempre deve estar em formação para poder atender as necessidades do aluno” (SD_{A7}), ou seja, o aprendizado constante colabora para a prática docente qualificada. Trabalhar pressupostos da Educação CTS em sala de aula, sem planejamento e embasamento teórico para a prática docente, pode remeter facilmente a atividades repetitivas que acabam recaindo sobre o conteudismo com o slogan CTS.

Destaca-se que as potencialidades envolvidas em uma proposta de abordagem temática planejada com base na Educação CTS são enormes, pois buscam associar o contexto dos estudantes em seu desenvolvimento, fazendo-os entender as relações que devem ser estabelecidas entre os conteúdos escolares e os acontecimentos do cotidiano, inserindo aquilo que é aprendido em sala de aula em seus contextos, com o intuito de compreender e modificar o meio em que vivem. A ideia de associar aquilo que é aprendido em sala de aula vai ao encontro do que é descrito por Santos e Schnetzler (2010), quando mencionam a necessidade da formação crítica e para a cidadania.

O contexto dos estudantes é rico em situações para se trabalhar na prática docente, sendo todas elas direcionadas para a formação de estudantes como sujeitos críticos, para que o mundo da escola se encontre com o mundo da vida. Nesta escrita, a temática escolhida foi referente ao uso dos agrotóxicos, justamente por fazer parte dos contextos dos estudantes envolvidos, preparando-os para debater um assunto pertinente a atualidade e as suas vivências cotidianas. Consideramos que a abordagem do tema gerou discussões significativas, expondo elementos contraditórios sobre os agrotóxicos, pois os estudantes se posicionaram a respeito de diversas controvérsias defendendo seus pontos de vista e o excerto a seguir relata parte das impressões sobre os diálogos: “discutimos de forma crítica que as pessoas não se preocupam com as consequências, mas somente com os lucros obtidos por meio da utilização dos agrotóxicos” (SD_{A5}).

Repensando o excerto acima, cabe ressaltar que a temática abordada abrange os pressupostos da Educação CTS, pois vislumbra que o contexto seja repensado, que sejam avaliados os prós e contras e impacta um posicionamento de cada cidadão pertencente ao espaço de discussão. Santos e Schnetzler (2010) ainda destacam a necessidade da formação de cidadãos que desenvolvam valores de solidariedade, respeito ao próximo e consciência do compromisso social para que tenhamos seres ativos em nossa sociedade, que possam utilizar debates, como o mencionado nessa discussão, em prol de melhorias coletivas.

Para que os objetivos da abordagem temática pautada na Educação CTS sejam alcançados, é preciso que o professor tenha a possibilidade de formação, desde a formação inicial que aborde a Educação CTS, até a formação continuada, que sem dúvidas agrega

de forma positiva inúmeros conhecimentos. Geraldo e Lorenzetti (2022, p. 22) destacam que “[...] para docentes incorporarem a Educação CTS como viés de trabalho pedagógico e didático, é essencial uma formação que contemple a interdisciplinaridade, a reflexão da natureza da ciência e da tecnologia [...]”. Complementarmente, para Imbernón (2011):

a formação continuada requer um clima de colaboração entre os professores, sem grandes reticências ou resistências [...] uma organização minimamente estável nos cursos de formação de professores [...], que dê apoio à formação, e a aceitação de uma contextualização e de uma diversidade entre os professores que implicam maneiras de pensar e agir diferentes. Tais exigências contribuem para que eu consiga uma melhor aceitação das mudanças e uma maior inovação nas práticas. (Imbernón, 2011, p. 31)

Repensando a afirmação proposta por Imbernón (2011, p. 31), na citação acima, onde é descrito “não muda quem não quer mudar ou não se questiona aquilo que se pensa que já vai bem”, podemos evidenciar a necessidade da reflexão da prática docente para que as modificações necessárias possam ocorrer. Refletir sobre a prática docente se torna fundamental para que o processo de ensino e aprendizagem se qualifique; o refletir requer repensar em tudo o que foi feito e naquilo que poderia ser modificado com o intuito de torná-lo satisfatório.

A ideia central proposta por Imbernón (2011), se aproxima da vivência da pesquisadora como docente. Onde ela desafiou-se a mudar, desafiando a sua própria prática docente, propondo-se a desenvolver um percurso diferente do habitual e, em alguns momentos sentindo-se insegura diante de uma nova prática, mas como é evidenciado no excerto, *‘meu foco é aprendizagem e nessa atividade consegui contribuir para isso’* (SD_{A7}). A abordagem temática pautada na Educação CTS impactou a prática da professora, a desafiou diretamente, e esse desconforto proposto pelo desafio, a fez repensar em inúmeras possibilidades de qualificação do processo de ensino, emergindo questões que requeriam a reflexão da prática docente habitual.

A qualificação do processo de ensino só irá ocorrer quando refletirmos sobre a nossa aula, nossas atitudes na prática docente e, principalmente, sobre os conteúdos que estão sendo ensinados e os que devem ser ensinados. Segundo Kierepka e Güllich (2013), por meio da reflexão da prática o professor reconstrói a sua teoria pedagógica de forma autônoma, investigativa e criativa; corroborando Kist e München (2021, p. 11) ao afirmarem que “esta reflexão possibilita que o professor balize os pontos que devem ser revistos e modificados em sua atuação, para que assim a ciência ensinada na sala de aula adquira características que a distanciem da neutralidade comumente utilizada”.

Consideramos a formação continuada como um passo que o professor dá em sua profissão ao repensar sua prática docente, para que procure pela formação continuada, ele precisa sair da sua zona de conforto, assim como exposto no excerto a seguir, *“refletindo sobre a minha prática, pude perceber que*

trabalhar com temática engrandece o processo de ensino, pois possibilita aos estudantes e também ao professor o famoso “pensar fora da caixa” (SD_{A7}). Outro ponto que cabe destaque é sobre como a inserção dos conteúdos com base no contexto aprimoram o entendimento dos estudantes, o excerto a seguir relata que é visível ao docente que os estudantes interagem de forma mais efetiva e isso demonstra interesse na aprendizagem, “fazendo a inserção dos conteúdos de forma mais contextualizada a aprendizagem ocorre de forma mais clara, eles conseguem relacionar os conteúdos com o contexto” (SD_{A7}) e, consequentemente participam ativamente da aula.

Atualmente, no contexto da professora, os programas de formação continuada são mais voltados para aspectos pedagógicos gerais, não evidenciando tanto as formações focadas nas áreas de ensino, o que seria mais efetivo para apresentar aos professores diferentes abordagens ou ainda, ideias de reorganizações curriculares. Halmenschlager (2011, p. 20) enfatiza que “o processo de reconfiguração curricular pode se configurar como espaço de formação continuada, sob uma perspectiva crítica, contribuindo para o resgate da autonomia do professor”, cabe lembrar que o próprio encontro dos professores da área, para discussão de assuntos voltados à prática docente, é válido como formação continuada.

O ato de autorrefletir sobre a prática docente tem como objetivo a constituição do professor, dos saberes necessários à sua profissão. Santos (2021, p. 21), destaca que “os saberes docentes são constituídos na trajetória docente e se transformam durante o percurso profissional do professor, baseados em suas vivências e experiências [...]”. Da mesma forma, Kist e München (2021) descrevem que é necessário que o professor tenha contato e

entendimento daquilo que deseja trabalhar, para que não recaia em uma aplicação meramente automática sem problematizações e reflexões sobre o contexto dos saberes trabalhados.

Com essa proposta de abordagem temática conseguiu-se envolver os alunos em debates construtivos sobre o uso dos agrotóxicos, elencando aos conteúdos de química sobre a identificação das funções orgânicas, a importância de cada composto, os riscos na utilização de determinados compostos químicos e, também, as questões de diluição correta dos produtos para tentar minimizar os impactos causados, estimulando posicionamentos e fazendo relações diretas com os pressupostos da Educação CTS, aqui ainda é possível destacar o seguinte excerto, “acredito que com essa proposta consegui responder a pergunta que tanto ouço: pra que preciso aprender química, onde vou usar isso, inclusive fiz essa pergunta ao final da aula: e então, onde mesmo vou usar a química?” (SD_{A7}), nesse momento a professora obteve respostas dos alunos, falas que nos remetem ao contexto de cada um, relações que demonstram o alcance dos objetivos que foram traçados no início da proposta.

Alcançar os objetivos do início da proposta da abordagem temática que foi desenvolvida, remete a repensar as riquezas inseridas no ato de refletir sobre a prática docente e nos benefícios para a constituição como professores e pesquisadores. Percebe-se que a docente se desafiou, se propôs mudar e usou como base de mudança a reflexão da própria prática, o repensar sobre o que estava e o que deveria estar ensinando para que a aprendizagem dos estudantes fosse crítica e vinculada ao contexto deles. Os objetivos alcançados remetem à própria prática como docente reflexiva sobre o processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes.

Conclusão

Esta pesquisa desenvolveu-se a partir de inquietações vivenciadas em sala de aula vinculadas ao ato de ensinar e à necessidade de modificar o processo de ensino, ao perceber que o modelo tradicional e conteudista muitas vezes não surtia os efeitos desejados. Como ponto primordial surgiu a necessidade de refletir sobre a própria prática docente, pois este ponto emergiu quando foi percebido que o método de ensino, a organização dos currículos e o contexto em geral não estavam alcançando os objetivos esperados, a partir disso, organizar uma proposta didática com o tema agrotóxicos contribuiu para refletir sobre novas possibilidades na docência.

Com a sequência didática aqui sistematizada e o diário de bordo oriundo das aulas, desenvolvemos reflexões sobre a prática docente pautada na abordagem temática vinculada à Educação CTS. Os escritos do diário de bordo foram analisados e emergiu uma categoria final intitulada: Reflexões sobre a prática docente frente a Educação CTS, que deu origem ao metatexto disposto nesta pesquisa. Entre desafios, conflitos e inseguranças, pode-se destacar com maior ênfase as potencialidades fixadas na prática desenvolvida.

A categoria final, definida de forma emergente, se constituiu por meio da análise dos excertos do diário de bordo. Cada excerto mostrou um pouco da reflexão que a professora-pesquisadora se propôs a fazer sobre a sua própria atuação como docente, externando seus desafios, facilidades e as necessidades de mudança na prática docente. Também, a análise demonstrou inseguranças em desenvolver em sala de aula uma abordagem temática, sobre um tema controverso baseado nos pressupostos da Educação CTS, insegurança essa que decorreu da preocupação em alcançar as inter-relações CTS a partir da proposta didática.

Consideramos que o desenvolvimento desta proposta foi rico em trocas, construção de significados e mediação de conhecimentos, mas como sabemos todo planejamento pode e deve ser modificado, principalmente para abranger o contexto ao qual está vinculado. A abordagem em questão obteve êxito, desenvolvendo de forma coerente e satisfatória com os objetivos propostos a atingir, mas, como relata o excerto a seguir e com a visão que se tem neste momento de escrita, *“considero que poderia ter feito várias etapas diferentes”*, o que é extremamente normal pois agora o contexto e as visões que se tem são outras, mais ampliadas, tanto em relação a própria prática como em relação a temática sobre agrotóxicos.

As potencialidades enfatizadas agregam a necessidade de propor a abordagem temática e a Educação CTS como proposta de reorganização dos currículos escolares, pois estas aproximam contextos e conhecimentos científicos, promovendo a aprendizagem dinâmica dos estudantes e qualificando o processo de formação de seres críticos e atuantes em sociedade. Aqui ainda cabe

ressaltar que os desafios que foram propostos para enfrentar, constituíram e constituem às pesquisadoras como professoras reflexivas, que se propõem a mudar para acompanhar os processos educacionais necessários ao debate dos avanços científicos e tecnológicos relacionados ao ensino e a aprendizagem.

Por fim, essa pesquisa nos propõe a reflexão sobre a atuação docente como mecanismo de modificação e qualificação dos processos de ensino vigentes e que necessitam de aperfeiçoamento. Da mesma forma, ainda abre espaço para a investigação da aprendizagem dos alunos, quando proposta uma abordagem temática, afinal os sujeitos do processo são eles e se torna expressiva a necessidade de ouvi-los para que a reflexão possa se tornar completa. Sobre a prática docente em geral, é necessário destacar que as potencialidades que se originaram com essa reflexão podem e devem ser utilizadas como base para a proposição de reformulações curriculares que objetivam a prática docente por meio de abordagens temáticas com conteúdos subordinados a elas.

Referências

- Alarcão, I. (1996). *Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão*. Porto Editora.
- Auler, D. (2011). Novos Caminhos para a Educação CTS: ampliando a participação. Em: Santos, W. L. P dos. e Auler, D. (orgs.). *CTS e a educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. p. 73-97. Editora UNB.
- Boszko, C. e Güllich, R.I. (2016). O diário de bordo como instrumento formativo no processo de formação inicial de professores de ciências e biologia. *Bio-grafia*, [S. l.], v. 9, n. 17, 55-62. DOI: 10.17227/20271034.vol.9num.17bio-grafia55.62. Em: [https://](https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/5812)
- revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/5812
- Cachapuz, A. F. (2011). Tecnociência, poder e democracia. Em: Santos, W. L. P dos. e Auler, D. (orgs.). *CTS e a educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. p. 49-72. Editora UNB.
- Capelo, A. e Pedrosa, M. (2011). Formação inicial de professores de ciências, problemas atuais e percursos investigativos. Em: Santos, W. L. P. e Auler, D. (orgs.). *CTS e a educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. p. 439-46. Editora Universidade de Brasília.
- Carvalho, A. M. P. e Gil-Pérez, D. (1995). *Formação de Professores de Ciências*. Editora Cortez.
- Colares, M. L. I. S., Fonseca, A. D. e Colares, A. A. (2021). Educação no processo de transformação social: refletindo sobre a prática docente. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, SP, v. 21, p. 1-15, abr. DOI: 10.20396/rho.v21i00.8660256. Em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8660256/26603>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. e Pernambuco, M. M. (2011). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo.
- Fazenda, I. C. A. (2011). *Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: Efetividade ou Ideologia*. 6.ed. Loyola.
- Feix, R. D., Leusin Júnior, S., Borges, B. K. e Pessoa, M. L. (2022). *Painel do agronegócio do Rio Grande do Sul*. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Em: <https://dee.rs.gov.br/upload/arquivos/202209/01114158-painel-do-agronegocio-2022-2.pdf>
- Geraldo, A. P. e Lorenzetti, L. (2022). Aspectos didáticos-pedagógicos da Educação CTS no Ensino Médio: uma análise da prática

docente no componente curricular Ciências Aplicadas. *RENCIMA*, São Paulo, 13 (1), 1-25. Em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3280/1728>

Gonçalves, F. P., Lindemann, R. H. e Galiuzzi, M. C. (2007). O diário de Aula Coletivo na Formação de Professores de Ciências: reflexões à luz de uma perspectiva sociocultural. Em: Galiuzzi, M. do C.(org). *Construção curricular em rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. p. 225-241. Unijuí.

Gutiérrez, C. e Cesar, A. (2016). Los valores de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva sociocultural. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, 832-836. Em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234804254.pdf>

Halmenschlager, K. R. (2014). *Abordagem de temas em Ciências da Natureza no Ensino Médio: implicações na prática e na formação docente*. [Tese de Doutorado], Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/129627>

Halmenschlager, K. R. (2011). Abordagem Temática no Ensino de Ciências: algumas Possibilidades. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*. 7(13), 10-21. Em: http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_013/artigos/artigos_vivencias_13/n13_01

Imbernón, F. (2011). *Formação Docente e Profissional: formar-se para a mudança e a Incerteza*. 9.ed. Editora Cortez.

Kierepka, J. S. N. e Güllich, R. I. (2013). O papel da reflexão na constituição docente: investigação-ação como processo de intervenção. *Anais do VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) e XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas*. URI-Santo Ângelo/RS. Em: https://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13347_29_JANICE_SILVANA_NOVAKOWSKI_KIEREPA.pdf

Kist, D. e München, S. (2021). A Prática Docente na Educação Básica e as relações com a Educação CTS. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 4(3), 129-144. Em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12117>

Kist, D. e München, S. (2021). Concepções de ciência em pesquisas sobre formação docente e educação ciência, tecnologia e sociedade. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*. Mossoró, 7(21). Em: <https://natal.uern.br/periodicos/index.php/RECEI/article/view/3119>

Lüdke, M. e André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. E.P.U.

Magoga, T. F. e Muenchen, C. (2018). A abordagem temática na educação em ciências: a caracterização de um estilo de pensamento. *Revista Alexandria*. 11(2), 131-157. Em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n2p131>.

Moraes, R. e Galiuzzi, M. C. (2016). *Análise Textual Discursiva*. 3ª ed. Ed. Unijuí.

- Santos, W. L. P. (2011). Significados da Educação científica com enfoque CTS. Em: Santos, W. L. P., Auler, D. (org.). *CTS e a educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. p. 21-48. Editora UNB.
- Santos, W. L. P. e Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Editora Unijuí.
- Santos, W. L. P. e Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 01-23. Em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/21/52>
- Santos, R. M. (2021). *A Constituição Docente de Professores de Ciências e Matemática em Formação Continuada*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil. Repositório Digital. Em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4817>
- Silva, F. M. (2016). *Sequência didática Fábrica de pipas: o uso de dinâmicas/jogos cooperativos no ensino de empreendedorismo*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3029/2/LD_PPGEN_M_Silva%2C%20Fl%C3%A1via%20Maria%20da_2016_1.pdf
- Schneider, T. M., Paniz, C. M., Magoga, T. F., Ferreira, M. V., e Muenchen, C. (2018). Os Três Momentos Pedagógicos e a Abordagem Temática na Educação em Ciências: um olhar para as diferentes perspectivas. *Ensino & Pesquisa*, 16(1), 150-172. Em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/1286>
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas* [Tese de Doutorado], Universidade de São Paulo, Brasil. Em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf
- Zeichner, K. M. e Pereira, J. E. D. (2005). Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. *Cadernos de pesquisa*, 35(125), 63-80. Em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/Zx9H96h48wrzY7Ds-rggHTQq/abstract/?lang=pt>

Forma de citar este artículo:

Kist, D. y München, S. A prática docente e a educação CTS: reflexões a partir do tema agrotóxicos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 12 - 28. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-19012>



Relación entre Educación Ambiental y Química Ambiental en trabajos de grado de Licenciaturas en Química en Colombia

- Relationship between Environmental Education and Environmental Chemistry in Undergraduate Chemistry Degree Programs in Colombia
- Relação entre Educação Ambiental e Química Ambiental em projetos de licenciatura de programas de Licenciatura em Química na Colômbia

Resumen

En este artículo de investigación se estableció el análisis de la relación entre la química ambiental y la educación ambiental a partir de los trabajos de grado presentados entre los años 2015 a 2019 en los programas de licenciatura en química en Colombia. De los seis programas de licenciatura en química existentes en el país, solo se tuvieron en cuenta dos programas que son los que se encuentran certificados con acreditación de alta calidad, con el objetivo de evidenciar si los contenidos se centran en educación o si se desarrollan solamente desde lo disciplinar o, por el contrario, si se relacionan. De esta forma, se planteó una metodología en la que, en principio, se llevó a cabo una revisión y organización documental de los trabajos de grado a partir de los siguientes parámetros clasificatorios: rango de tiempo, palabras claves, universidades que ofrecen los programas de licenciatura en química. Luego, a partir de los documentos seleccionados, se clasificó su contenido: los de educación ambiental en corrientes y los de química ambiental en esferas. Una vez analizados los datos, se plantearon unas categorías combinadas que ofrecieron una perspectiva de la relación entre la química ambiental y la educación ambiental, encontrándose que la relación con mayor tendencia es el uso de los contenidos desde la química ambiental, la esfera antropósfera, así como desde la educación ambiental la corriente científica. Lo anterior evidenció que la mayor parte de las investigaciones realizadas en los trabajos de grado son orientadas al estudio de la actividad humana abordando lo ambiental desde la ciencia y permitiendo identificar campos de investigación que no han sido abordados.

Palabras clave

compilación documental; contenidos; corrientes de la educación ambiental; educación ambiental; esferas de la química ambiental; química ambiental

María del Mar Duarte-Boada* 
Martha Janneth Saavedra-Alemán** 

* Docente egresada, Licenciatura en Química. Universidad Pedagógica Nacional. mduarteb@upn.edu.co.

** Magíster en Química, Universidad Nacional de Colombia. Profesora del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional-Colombia. msaavedra@pedagogica.edu.co.



Abstract

In this research paper, the analysis of the relationship between environmental chemistry and environmental education was established based on undergraduate research projects presented between the years 2015 to 2019 in the chemistry degree programs in Colombia. Of the six existing chemistry degree programs, only two programs were considered, which are those that are certified with high-quality accreditation. In order to show if the contents are focused on education or if they are developed only from the disciplinary or, on the contrary, if they are related. Thus, a methodology was proposed in which an initial documentary review and organization of the degree works were carried out based on the following classification parameters: time range, keywords, universities that offer undergraduate programs in chemistry. Subsequently, based on the selected documents, the content was classified: for environmental education in currents and environmental chemistry in spheres. Once the data was analyzed, combined categories were proposed that offered a perspective of the relationship between environmental chemistry and environmental education, finding that the relationship with the greatest tendency is the use of content from environmental chemistry, the anthroposphere, as well as from environmental education in the scientific current. This indicates that most of the research carried out in these degree research projects are oriented to the study of human activity, addressing the environment from science and allowing the identification of fields of research that have not been addressed.

Keywords

documentary compilation; contents; currents of environmental education; environmental education; fields of environmental chemistry; environmental chemistry

Resumo

Neste artigo de pesquisa, estabeleceu-se a análise da relação entre a química ambiental e a educação ambiental foi estabelecida com base nos trabalhos de conclusão de curso apresentados entre os anos de 2015 até 2019 nos programas de licenciatura em química na Colômbia. Dos seis programas de graduação em química existentes, apenas dois programas foram considerados, que são aqueles certificados com acreditação de alta qualidade, a fim de mostrar se os conteúdos são voltados para a educação ou se são desenvolvidos apenas a partir do disciplinar ou, ao contrário, se estão relacionados. Desta forma, foi proposta uma metodologia em que inicialmente foi realizada uma revisão e organização documental dos trabalhos de conclusão de curso com base nos seguintes parâmetros de classificação: intervalo de tempo, palavras-chave, universidades que oferecem os cursos de graduação em química. Posteriormente, com base nos documentos selecionados, classificou-se seu conteúdo: para a educação ambiental nas correntes e química ambiental nas esferas. Uma vez analisados os dados, foram propostas umas categorias combinadas que ofereceram uma perspectiva da relação entre química ambiental e educação ambiental, constatando que a relação com maior tendência é a utilização de conteúdos da química ambiental, da antropósfera e da educação ambiental a corrente científica. Isso mostrou que a maioria das pesquisas realizadas nos trabalhos de licenciatura são orientadas para o estudo da atividade humana, abordando o meio ambiente a partir da ciência e permitindo a identificação de campos de pesquisa que não foram abordados.

Palavras-chave

compilação documental; conteúdo; correntes de educação ambiental; educação ambiental; campos da química ambiental; química ambiental

Introducción

Durante finales del siglo pasado, y en el transcurso de este, se han ido evidenciando y resaltando las diferentes problemáticas ambientales producto de algunas actividades humanas, entre las cuales se encuentra la química. Esta, su aplicación ha, intervenido de manera positiva para brindar a las sociedades beneficios; sin embargo, Baird y Cann (2014) muestran que, históricamente, el uso de compuestos químicos no ha sido debidamente controlado, produciéndose una gran cantidad de problemas con químicos tóxicos y corrosivos que han tenido consecuencias ambientales. A nivel mundial, los químicos no han prestado atención a las consecuencias ambientales de sus actividades; según Bautista, Murga y Novo (2019) comprender el paradigma que ha perpetuado la situación ambiental actual es lo primero; el siguiente acto debe ser su discusión, en medio de lo cual se resalta que un cambio de paradigma implica que la educación sea primordial.

Incorporando entonces los evidentes problemas ambientales, su relación con la química y la importancia del factor educativo, se plantea que los licenciados en química podrían abordarlos desde su conocimiento para relacionar la química ambiental con la educación ambiental, añadiendo que Parga, Mora y Cárdenas (2014, p. 38) mencionan “la necesaria inclusión de la dimensión ambiental en todos los niveles educativos, donde el profesor en formación de química juega un papel muy importante en la formación ciudadana”. Sin embargo, lo anterior lleva a interrogar si los licenciados en química, al finalizar su pregrado, abordan la química ambiental y la educación ambiental y, especialmente, cómo las relacionan; un elemento que puede ofrecer un panorama de esto son los trabajos de grado que realizan, en donde, a partir de la revisión de sus contenidos y los

campos de investigación, se puede analizar esta relación. Por otra parte, examinando los perfiles de egreso de los dos programas de licenciatura en química que se encuentran acreditados de las universidades Pedagógica Nacional y Distrital Francisco José de Caldas, se evidencia que la Universidad Pedagógica Nacional incluye en su perfil que el egresado es la “persona capaz de liderar procesos educativos en todos los niveles de formación del sistema educativo colombiano, tanto en química y ciencias afines, en pedagogía, y en investigación en didáctica de la química, ciencias ambientales y tecnología de la química” (Universidad Pedagógica Nacional, 2022), mientras que en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas considera que su egresado

ha de ser una persona cuya formación integral le facilite propiciar el desarrollo conceptual, afectivo y metodológico en sus futuros estudiantes. El profesional de la educación en Química ha de familiarizarse con los grandes valores de la cultura, con sensibilización en las dimensiones de la estética y la ética y la apertura de su espíritu al conocimiento crítico; y con los procesos de investigación científica y didáctica. Ha de partir de un conocimiento sólido de la Química, para cumplir los objetivos de la educación, de la pedagogía y de la enseñanza de la Química. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022)

Es de notar que los dos perfiles de egreso presentan campos de acción comunes para sus egresados que son: investigación, educación, enseñanza de la química, la pedagogía y la didáctica; y se diferencian en que el egresado del programa de la Universidad Pedagógica Nacional puede formar “en ciencias ambientales y tecnología de la química.”

Para el desarrollo de esta investigación se parte de lo planteado por Manahan (2011),

quien establece la relación entre lo ambiental y la química ambiental a partir de la fuerte interacción entre las cinco esferas del ambiente que son: hidrósfera, geósfera, biósfera, antropósfera y atmósfera; centrando su relación con la química ambiental en que esta disciplina estudia la procedencia, reacciones, efectos y el destino de las especies químicas en estas esferas del ambiente. Conjuntamente, se tomó en cuenta lo planteado por Sauvé (2005), quien establece la manera general de concebir y de practicar la educación ambiental, planteando 15 corrientes, en donde cada corriente presenta un conjunto de características de manera individual, pero comparten algunas características comunes entre sí. De allí que la sistematización sea la herramienta de análisis que permita la diversidad de proposiciones pedagógicas.

Estas definiciones y características de esferas y corrientes son usadas como fundamento para revisar los trabajos de grado y poder establecer a partir de sus contenidos el uso de los conceptos de educación ambiental y química ambiental, y sus relaciones.

Antecedentes

Se presenta a continuación la revisión de las investigaciones más relevantes utilizadas para la construcción de este artículo. Se inicia abordando la investigación elaborada por Sáenz *et al.* (2017), titulada Institucionalización del compromiso ambiental de las universidades colombianas, en la cual recopil   la información de 36 universidades a partir de encuestas sobre el compromiso ambiental en los ámbitos de gobierno, docencia, investigación, extensión y gestión. En esta investigación se obtuvo la medición cuantitativa del nivel de avance que alcanzó cada una de las universidades en la institucionalización de su compromiso ambiental desde cada uno de los ámbitos. Asimismo, otro trabajo de investigación que contribuyó es el realizado por Parga (2013) sobre incorporar en la formación de futuros docentes la sustentabilidad y los principios ambientales, como forma de “ambientalizar los contenidos de enseñanza de la química” (p. 2662).

Respecto a los antecedentes en química ambiental, se encontró que Mozeto y Jardim (2002) identificaron diferentes publicaciones en las que se comenzaron a definir los primeros postulados de la química ambiental. Del mismo modo, registran el surgimiento de espacios académicos en Estados Unidos relacionados con la química ambiental, a partir de la compilación de artículos sobre contaminación publicados entre los años 60 y 70. Esta compilación fue publicada en el año 1994 en la revista *Environmental Science and Technology of American Chemical Society*.

Duarte (2020, p. 19) evidenció que, en la educación superior, en los programas de licenciatura en química, existen diferentes espacios académicos en donde se relaciona la química desde su componente disciplinar con el componente ambiental. Realizando una revisión documental, recopilando la información

obtenida y estableciendo la relación entre educación ambiental y la química ambiental fundamentada en los contenidos de los documentos analizados.

Marco Teórico

Para la elaboración de este constructo, se realizó la búsqueda de la normatividad nacional para los programas de pregrado y las universidades que ofertan el programa de licenciatura en química en Colombia. Posteriormente, se definió el concepto de educación ambiental y química ambiental, y, a partir de estas dos definiciones, se estableció la relación entre educación ambiental y química ambiental.

Programas de licenciatura en química en Colombia

En Colombia, la educación superior está regulada por medio de la Ley 30 de diciembre de 1992. En esta ley se plantea en qué consiste un programa de pregrado y las diversas características y funciones a las que debe responder y ceñirse. Lo anterior se acompaña también por la organización que establece el Ministerio de Educación Nacional en núcleos básicos del conocimiento, donde los programas de licenciatura en química se adhieren al núcleo básico denominado educación. Por otra parte, todo programa debe contar obligatoriamente con un Registro Calificado para su funcionamiento y, de manera voluntaria, realizar procesos de autoevaluación para la obtención del Certificado de acreditación de alta calidad según los lineamientos estipulados por el Ministerio de Educación Nacional. El certificado de acreditación de alta calidad es un reconocimiento público que el Ministerio de Educación Nacional otorga a una institución de educación superior por el cumplimiento de determinados criterios y parámetros de calidad.

Son seis universidades que cuentan con el programa de licenciatura en química y se encuentra activos para el 2022, según el portal de consultas públicas del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional, las cuales son: 1) Universidad Pedagógica Nacional, 2) Universidad Distrital Fráncisco José de Caldas —estas dos primeras cuentan con acreditación de alta calidad—, 3) Universidad de Los Andes, 4) Universidad CESMAG (Centro de estudios superiores María Goretti), 5) Universidad del Magdalena y 6) Fundación Universitaria Salesiana.

Educación ambiental

En Colombia, en la Ley General de la Educación, Artículo 5 de la Ley 115 de 1994, se define el objetivo de la educación como la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medioambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa. Implícitamente, se puede considerar a la educación ambiental como un proceso de formación que permite la adquisición de conciencia. Este proceso, conforme con la Ley General de Educación, puede llevarse a cabo en cualquier nivel de la estructura del servicio educativo: educación formal, educación no formal, educación informal, educación para personas con limitaciones o capacidades excepcionales, educación para adultos, educación para grupos étnicos, educación campesina y rural, educación para la rehabilitación social. En la Política Nacional la Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza

el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Entre estas, se encuentra formulado que el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Educación deben adoptar conjuntamente

planes y programas docentes y el pénsum que en los distintos niveles de la educación nacional se adelantarán en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, promover con dicho ministerio programas de divulgación y educación no formal y reglamentar la prestación del servicio ambiental.

A través del decreto 1743 de 1994 se

instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.

Por lo anterior, es relevante que los programas que forman licenciados en química incluyan en sus currículos la educación ambiental para que sus egresados tengan las competencias necesarias para formar en los diferentes niveles de la educación nacional.

Para Gilbert (2001), la educación ambiental

es un proceso de aprendizaje permanente, basado en el respeto a todas las formas de vida. Tal educación afirma valores y acciones que contribuyen a la transformación humana y social y a la preservación ecológica. Ella estimula la formación de sociedades socialmente justas y ecológicamente equilibradas, que conserven entre sí una relación de interdependencia y diversidad.

Para Rodríguez (2017, p. 448) la educación ambiental es

un medio para contribuir a la formación de valores morales, éticos, estéticos y de identidad nacional sobre el entorno, así como la necesidad de protegerlo para a las futuras generaciones y enseñar como el hombre puede convivir con él, afectándolo lo menos posible, donde también se tenga en cuenta la población, la paz, los derechos humanos, la democracia, la salud y el hombre.

Desde los diferentes autores suele interpretarse el contexto en la educación ambiental como lo netamente “natural”, entendiendo esto como solo ecosistemas y seres vivos, sin incluir al ser humano. Es deseable ampliar esta definición, partiendo de la importancia de desligar el hecho de limitar la educación ambiental con lo “natural”, los ecosistemas y su conservación, ya que el ambiente abarca más que eso. Para Rodríguez (2017), la educación ambiental puede ser un intermediario para contribuir en el afianzamiento de valores tanto estéticos como éticos y de identidad de cualquier persona por su hábitat, ya sea este rural, natural, urbano, social, político, familiar o de otro tipo en el que se encuentre involucrado.

Se entiende, entonces, según Duarte (2020, p. 29) a la educación ambiental como “un proceso dirigido a la comprensión desde una mirada, social,

cultural y científica de las interacciones del ser humano consigo mismo, y con el contexto que lo rodea”.

Para los propósitos de esta investigación, se planteó que el contenido en educación ambiental corresponde al discurso median-

te el cual esta se orienta y ejerce, tomando como referente las corrientes de la educación ambiental propuestas por Sauvé (2005), las cuales se adaptan respecto a su contenido enfocado en lo ambiental y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Corrientes que enmarcan el contenido conceptual de educación ambiental*

Corrientes	Contenido
Naturalista	Propuesta centrada en la naturaleza y la interacción con ella.
Conservacionista / recursista	Propuesta centrada en uso y manejo de recursos naturales.
Resolutiva	Propuesta centrada en información frente a problemáticas ambientales y el desarrollo de habilidades de resolución frente a estas.
Sistémica	Propuesta centrada en el análisis de las problemáticas ambientales, a partir de sus diversos componentes.
Científica	Propuesta centrada en la formación científica.
Humanista	Propuesta centrada en la interacción entre naturaleza y cultura.
Moral / �tica	Propuesta centrada en el desarrollo de valores ambientales.
Holística	Propuesta centrada en desarrollo global de la persona en relación con su ambiente.
Bio-regionalista	Propuesta centrada en un espacio geográfico y la identidad forjada en torno a él.
Pr�xica	Propuesta centrada en la reflexión en la acción, una din�mica participativa.
Crítica	Propuesta centrada en las din�micas sociales con relación a las problemáticas ambientales.
Feminista	Propuesta centrada en el análisis de las relaciones de poder del hombre y la mujer en el contexto y frente al ambiente.
Etnográfica	Propuesta centrada en la diversidad cultural y su relación con el medioambiente.
Eco-educación	Propuesta centrada en el ambiente como una herramienta en la educación.
Sostenibilidad / sustentabilidad	Propuesta centrada y limitada a un enfoque naturalista al servicio del desarrollo sostenible o sustentable.

Fuente: adaptado de Sauvé (2005).

Teniendo en cuenta lo que propone Sauvé (2005), existe una complementariedad entre las corrientes que ella fórmula. Se podría decir que cuando la química se integra a cualquiera de ellas, se verá enriquecida en cuestiones ambientales, volviéndose un punto de convergencia en una diversidad temática, lo que fortalecería su fundamentación en términos críticos, de procedimiento y de relación entre la educación ambiental y la química ambiental. “Por lo tanto, la educación ambiental desde su contenido da respuesta a las siguientes preguntas:  para qué se aborda lo ambiental?,  c mo se aborda lo ambiental? y  por qué se

aborda lo ambiental?, en función de un objetivo y una pregunta problema” (Duarte, 2020).

Química ambiental

La química ambiental se puede plantear, inicialmente, como la compresión y explicación desde la disciplina de diferentes fenómenos que se dan en el medioambiente, ya sea de sistemas enteros o de componentes puntuales de este. Sin embargo, para autores como Baird y Cann (2014) y Manahan (2011) la química ambiental también adquiriría el estudio del proceso, desarrollo y consecuencias de las

diversas especies químicas que se introducen artificialmente a un ambiente determinado, en esta concepción, el ser humano tiene un papel fundamental como protagonista, ya que él sería el punto de partida para estas situaciones.

Es así, como en Duarte (2020, p. 37) se plantea la química ambiental como “el estudio y comprensión desde una mirada química de los fenómenos naturales y de la intervención humana en su incidencia en procesos que ocasionan una problemática que afecta diversos organismos vivos y sistemas del planeta”. Igualmente, plantea a la química en términos de un recurso que brinda información de contenidos que llevan una rigurosidad científica que puede complementar procesos en la educación ambiental.

Para los propósitos de la investigación, se concibe el contenido de la química ambiental como “el conocimiento científico mediante el cual esta se orienta y se ejerce partiendo de la educación dirigida al individuo, tomando como referencia las esferas de la química ambiental propuestas por Manahan” (2011). Estas esferas permiten establecer un análisis desde la química por medio de varios enfoques, su injerencia y su contexto debido a las relaciones planteadas. Según su contenido conceptual se proponen las diferentes esferas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Esferas que enmarcan el contenido conceptual de química ambiental

Esferas	Contenido
Hidrosfera	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de los sistemas acuáticos y los recursos hídricos.
Geosfera	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento del suelo.
Atmósfera	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de la atmósfera y el aire.
Biosfera	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de los organismos vivos.
Antropósfera	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de las actividades y satisfactores humanos.
Particular	Propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de actividades que no tienen un vínculo teórico directo con las esferas propuestas por Manahan (2011).

Fuente: adaptado de Manahan (2011).

A partir de lo anterior, Duarte (2020, p. 38) establece la relación entre la educación ambiental y la química ambiental desde su contenido, dando respuesta a qué se aborda de lo ambiental, cómo se aborda lo ambiental y por qué se aborda lo ambiental. Esta relación en contenidos permite identificar las corrientes y esferas que se pueden presentar a partir de un abordaje ambiental, en las que desde su contenido incorporan al individuo, siendo el que brindaría la respuesta desde lo discursivo y el conocimiento científico.

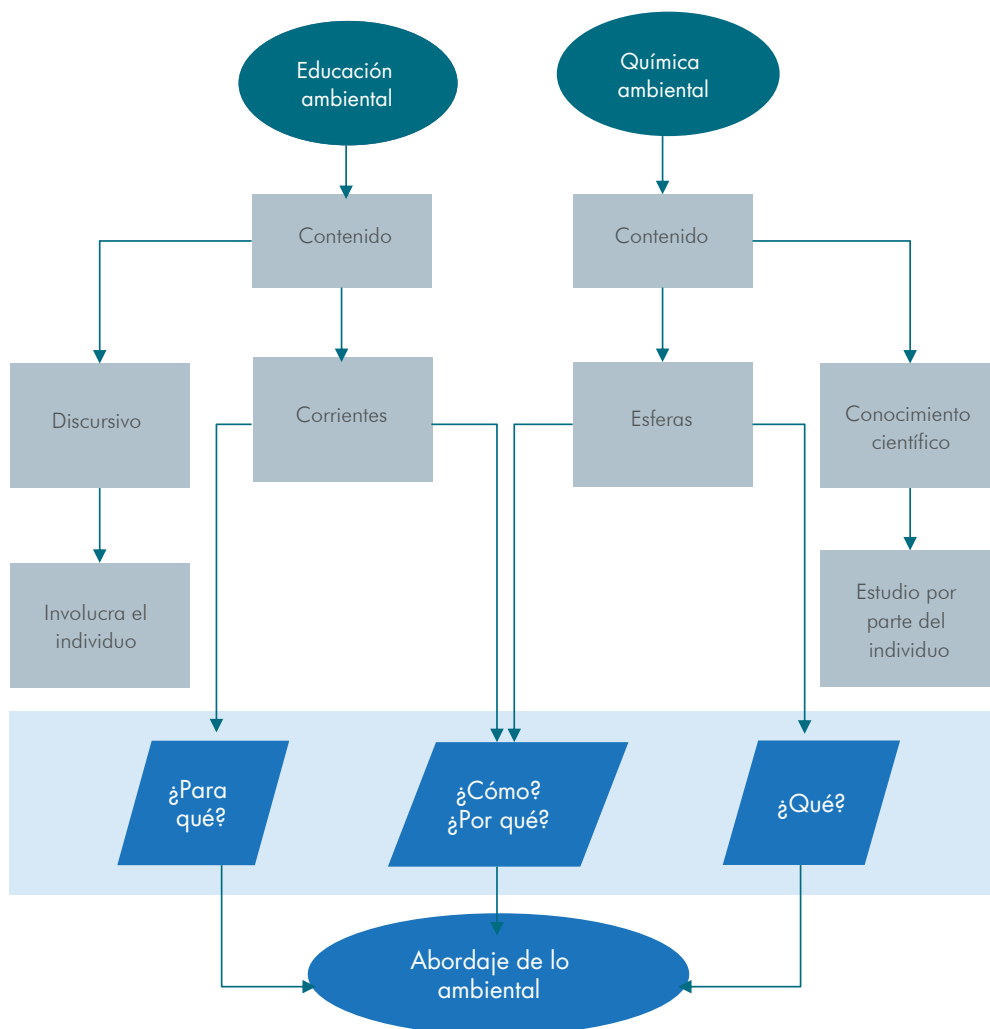


Figura 1. *Relación teórica educación ambiental-química ambiental*

Fuente: Duarte, 2020.

Metodología

Para los fines de la investigación, se planteó una metodología con un corte descriptivo-interpretativo (Hernández, 2003, como se citó en Hernández, Orjuela, Cabrera y Cabrera, 2015), mediante el cual se propone un estudio documental con un enfoque mixto, es decir, un enfoque en el que incorporen tanto datos cualitativos como cuantitativos. Por medio de métodos cualitativos, intentamos responder a las preguntas: ¿Qué existe? y ¿por qué se produce? En tanto que con métodos cuantitativos se intenta responder: ¿Cuánto existe?

y ¿cuáles son los factores asociados? Esto según Durán (2019). Los instrumentos que se utilizaron fueron generación de matrices a partir del análisis documental, listas de cotejo y estadística.

Para efectos de lo anterior, se plantearon las siguientes cuatro fases: organización, ejecución, análisis de la relación Educación Ambiental y Química Ambiental, y cierre.

Para la fase de organización, se realizó primero una indagación por las fuentes de información de las cuales se iba a extraer el material documental. Luego, se establecieron

los criterios de búsqueda, se delimitó el tiempo y el contenido, a lo que se añade la generación de los indicadores de discriminación de documentos a partir de la información encontrada, para cada una de las universidades seleccionadas (Universidad de los Andes [UA], Universidad Pedagógica Nacional [UPN] y Universidad Distrital Francisco José de Caldas [UD]). Como criterios de búsqueda y selección de trabajos de grado se establecieron:

1. La búsqueda en el repositorio en línea y su respectivo catálogo. La búsqueda debía responder a un orden de exploración que se llevó a cabo, teniendo en cuenta también las opciones ofrecidas por la cada plataforma web, por lo que se plantearon las siguientes opciones de filtrado de manera secuencial y cercando los resultados: por facultad, por licenciatura y por las palabras claves planteadas en función de la presente investigación: educación ambiental y química ambiental.
2. El límite de tiempo de publicación de los trabajos de grado, el cual consistía en el lapso a de 2015 a 2019, dando así un total de cinco años.
3. Los trabajos de grado debieron ser presentados en su respectiva universidad como parte de los requisitos para optar al título de Licenciado en Química. Esta delimitación se planteó para evitar incorporar documentos que no fueran trabajos de grado y que no procedieran específicamente de los programas de licenciatura en química.
4. Se planteó un indicador de discriminación de documentos, que correspondía a un filtro de aprobación. Este consistió en realizar la búsqueda de manera separada por cada palabra clave (química ambiental y educación ambiental) y, después, seleccionar solo los trabajos de grado que incorporaron las dos palabras clave, delimitando así el número de documentos que se estudiarían en la siguiente fase propuesta en la investigación.

A continuación, en la fase de ejecución se llevó a cabo la lectura de cada uno de los trabajos de grado previamente seleccionados, se clasificaron según su contenido en corrientes de la educación ambiental y esferas de la química ambiental, transcribiendo la información requerida y organizándola en hojas de Excel. Después, con esta información, se realizaron gráficas y tablas para sistematizar la información en las categorías formuladas para educación ambiental, química ambiental y una combinada que integra la información de las dos anteriores. Después, en la fase de análisis de la relación Educación Ambiental y Química Ambiental, se interpretaron los contenidos desarrollados en los documentos mediante las categorías de combinación obtenidas del planteamiento de la relación de química ambiental y educación ambiental, esto con el objetivo de cercar los elementos que sean especialmente significativos para la investigación y por último llevar a la fase de cierre donde se realizaron las conclusiones.

Resultados y análisis

En la organización de la información se encontró que las universidades que cuentan con certificado de acreditación de alta calidad en el programa de Licenciatura en Química ante el Ministerio de Educación Nacional son la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, razón por la cual solo se tuvieron en cuenta estos dos programas.

Se hizo uso de los repositorios institucionales como fuente documental, al ser de acceso libre y gratuito. A partir de estos, se pudo realizar la revisión de los trabajos de grado publicados procedentes de las licenciaturas en química: para el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, cuya URL es <http://repositorio.pedagogica.edu.co/>, y para el programa de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuya URL es <http://repositorio.udistrital.edu.co/>. Mediante

el uso de estos repositorios se delimitó la búsqueda en el rango de tiempo entre los años 2015-2019. Además, se utilizaron palabras clave como filtro. En la tabla 3 se listan las palabras clave y el número total de trabajos de grado encontrados.

Tabla 3. *Número de trabajos de grado encontrados en los repositorios*

	Licenciatura en Química UPN	Licenciatura en Química UDFJC
Palabra clave	Número trabajos de grado	Número trabajos grado
Educación ambiental	81	65
Química ambiental	83	226

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se revisaron los trabajos de grado encontrados en la tabla 3, buscando coincidencia entre las dos palabras clave, encontrando una disminución significativa del número de trabajos que las incluyen como se puede detallar en la tabla 4.

Tabla 4. *Número de trabajos de grado según coincidencia de palabra clave*

	Número total trabajos de grado	Número trabajos que corresponden a una palabra clave	Número de trabajos que corresponden a dos palabras clave
UPN	83	2	81
UDFJC	226	161	65

Fuente: elaboración propia.

Al discriminar la información de la Tabla 4 por año, se puede evidenciar que, en el año 2017, la UPN elaboró un mayor número de trabajos de grado, 29, en donde relaciona la educación ambiental con la química ambiental, en comparación con la UDFJC, en donde se elaboraron 19. Esta tuvo, durante

dos años, el mismo número de trabajos de grado aproximadamente. A pesar de que, desde el 2015, la tendencia para las dos universidades era a aumentar, después del 2017, hasta el 2019, la tendencia fue disminuir el abordaje de estos contenidos, como se observa en la figura 2.

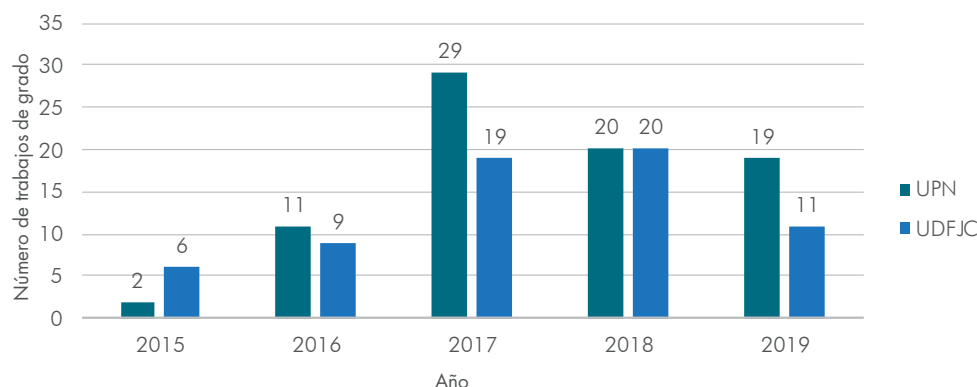


Figura 2. Número de trabajos de grado ventana 2015-2019

Fuente: elaboración propia.

Una vez se identificaron los trabajos de grado que presentan coincidencia con las dos palabras clave, se procedió a identificar la presencia del número de esferas y corrientes a partir de sus contenidos, encontrando que la tendencia es a abordar la esfera particular y la antropósfera para las dos universidades, tal como se puede observar en la figura 2. Para la esfera particular, se destacaron los trabajos que van dirigidos a dar respuesta o explicar un fenómeno, ya sea químico, biológico o físico, igualmente como los que van encaminados a la educación con una orientación apoyada en la formación docente, en lo social, la inclusión o lo cultural. Para esta esfera, se resalta que los trabajos de grado contribuyen para abordar la relación entre la educación ambiental y la química ambiental mediante la forma en que destacan al individuo y validan la importancia de la comprensión del contexto en el que este se desenvuelve, ya sea explicándolo desde un fenómeno en particular o desde la relación que tiene el ser humano con el otro y el medio en el que se ve inmerso.

En cuanto a las corrientes, la tendencia es a encontrar los trabajos de grado en la científica para las dos universidades; se destacan las corrientes de la eco-educación y la resolutive. Las corrientes que se tienen en cuenta en un número menor de trabajos de grado son la feminista y la sistémica, tal como se observa en la figura 3; siendo esto un indicador de una contribución y apoyo disciplinar en química marcado, que se enlaza con el ambiente y con la multiplicidad de discursos, esta información proporciona además la posibilidad de realizar investigaciones desde la variedad de perspectivas por abarcar en el tema y estimula el ahondar en el trazado de investigaciones que se establezcan en las corrientes que reportan tener menos documentos.

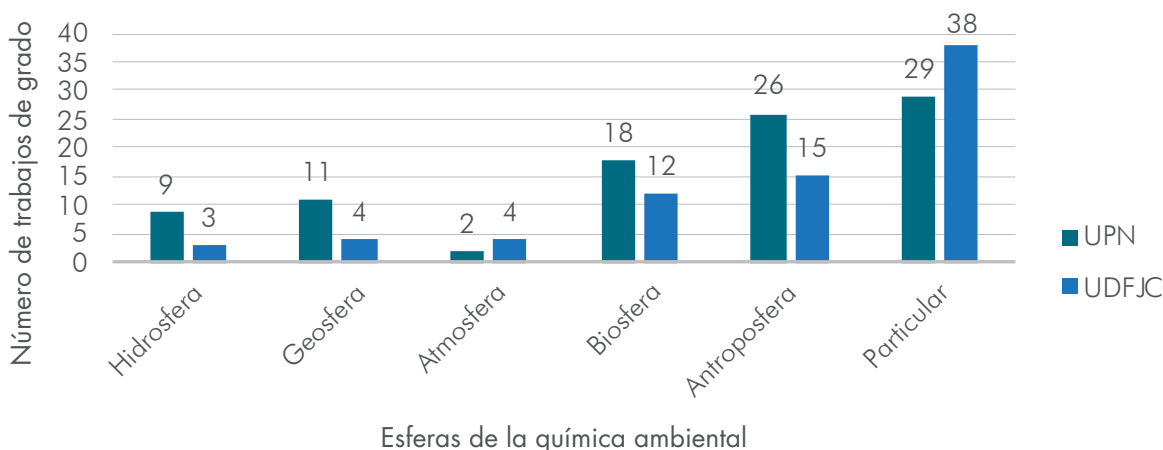


Figura 3. Relación de trabajos de esfera de clasificación

Fuente: elaboración propia.

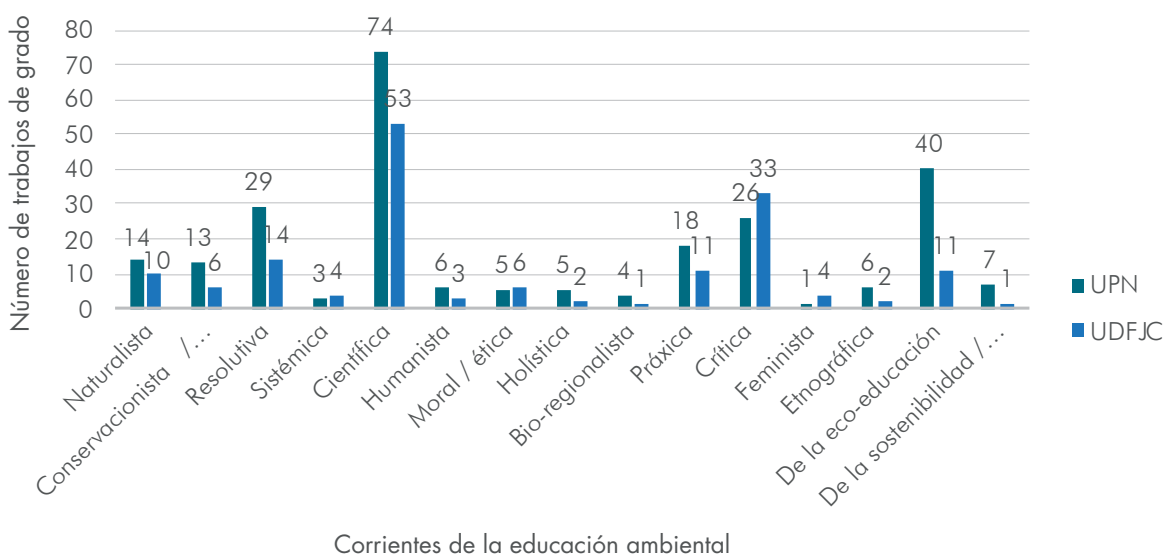


Figura 4. Relación de trabajos de grado según corriente de clasificación

Fuente: elaboración propia.

De manera que, mediante la información conseguida y representada en las tablas y las figuras, se construyó la tabla 5, en la cual se indica el número de trabajos de grado por universidad que, según su contenido, relacionan la química ambiental con la educación ambiental mediante la correspondencia resultante de las combinaciones posibles a partir de su contenido entre Esferas y Corrientes. A partir de lo anterior, se encontró que, de los trabajos de grado de las licenciaturas en

química de la UPN y la UDFJC, ninguno incluye las combinaciones sistémicas-geósfera, holística-atmósfera, bio-regionalista-atmósfera, bio-regionalista-particular, feminista-geósfera, feminista-atmósfera, feminista-biosfera, feminista-hidrosfera, etnográfica-atmósfera, y de la sostenibilidad/sustentabilidad-atmósfera. La tendencia, en cuanto a contenidos, es mayoritaria en la relación científica-antroposfera, científica-particular, crítica-antroposfera y crítica-particular.

Tabla 5. Número de trabajos de grado según combinación esferas-corrientes

Esferas Corrientes	Hidrosfera	Geósfera	Atmósfera	Biósfera	Antropósfera	Particular
Naturalista	UPN: 5 UFJC: 1	UPN: 3 UFJC: 3	UPN: 0 UFJC: 1	UPN: 6 UFJC: 7	UPN: 1 UFJC: 2	UPN: 0 UFJC: 1
Conservacionista / recursista	UPN: 4 UFJC: 2	UPN: 2 UFJC: 2	UPN: 0 UFJC: 1	UPN: 3 UFJC: 3	UPN: 4 UFJC: 4	UPN: 1 UFJC: 1
Resolutiva	UPN: 4 UFJC: 3	UPN: 6 UFJC: 3	UPN: 0 UFJC: 3	UPN: 10 UFJC: 4	UPN: 13 UFJC: 5	UPN: 2 UFJC: 4
Sistémica	UPN: 2 UFJC: 0		UPN: 0 UFJC: 2	UPN: 3 UFJC: 3	UPN: 0 UFJC: 1	UPN: 0 UFJC: 1
Científica	UPN: 8 UFJC: 2	UPN: 10 UFJC: 3	UPN: 2 UFJC: 3	UPN: 16 UFJC: 11	UPN: 27 UFJC: 16	UPN: 21 UFJC: 28
Humanista	UPN: 2 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 1	UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 3 UFJC: 1	UPN: 5 UFJC: 0	UPN: 0 UFJC: 2
Moral / ética	UPN: 1 UFJC: 1	UPN: 2 UFJC: 1	UPN: 1 UFJC: 1	UPN: 1 UFJC: 2	UPN: 2 UFJC: 2	UPN: 1 UFJC: 3
Holística	UPN: 2 UFJC: 0	UPN: 1 UFJC: 0		UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 2
Bio-regionalista	UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 3 UFJC: 1		UPN: 3 UFJC: 1	UPN: 2 UFJC: 0	
Práctica	UPN: 4 UFJC: 3	UPN: 4 UFJC: 3	UPN: 0 UFJC: 3	UPN: 5 UFJC: 6	UPN: 6 UFJC: 4	UPN: 4 UFJC: 1
Crítica	UPN: 3 UFJC: 1	UPN: 4 UFJC: 0	UPN: 1 UFJC: 2	UPN: 6 UFJC: 0	UPN: 13 UFJC: 7	UPN: 9 UFJC: 24
Feminista					UPN: 0 UFJC: 2	UPN: 1 UFJC: 2
Etnográfica	UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 0		UPN: 3 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 0	UPN: 0 UFJC: 2
De la eco-educación	UPN: 5 UFJC: 2	UPN: 9 UFJC: 3	UPN: 0 URJA: 1	UPN: 15 UFJC: 4	UPN: 15 UFJC: 5	UPN: 4 UFJC: 3
De la sostenibilidad /sustentabilidad	UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 3 UFJC: 0		UPN: 1 UFJC: 0	UPN: 3 UFJC: 0	UPN: 2 UFJC: 1

Las celdas resaltadas en gris indican una combinación en la que, por el contenido y la clasificación realizada, no se obtuvo algún trabajo de grado.

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la sistematización de la revisión documental y el análisis de los contenidos, se procedió establecer la relación entre la educación ambiental y la química ambiental, buscando dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Cómo se aborda y por qué se aborda lo ambiental?

Para dar respuesta a estos interrogantes se partió de la lectura de cada uno de los trabajos de grado, haciendo énfasis especialmente en el planteamiento del problema y los objetivos.

La respuesta a cómo se aborda lo ambiental se da soportada con recursos didácticos y constructos pedagógicos. Por otro lado, si nos preguntamos ¿por qué se aborda lo ambiental? Es porque expone los conceptos y definiciones que dan explicación al daño o deterioro de un ecosistema o recurso natural específico.

Por lo anterior, partiendo de lo presentado en la metodología, se estableció una relación desde un aspecto relevante como lo fue la lectura de las experiencias que correspondían a la incorporación del abordaje de la química ambiental y educación ambiental desde diversas posturas en trabajos de grado y las respuestas que brindaban para abordar diversas cuestiones ambientales desde la educación y desde la química.

La relación encontrada entre la educación ambiental y química ambiental, a partir de su contenido teórico, es la relevancia del discurso en el abordaje tanto de la química ambiental como de la educación ambiental. En sus discursos se destacó la primacía del individuo como agente, el cual se puede desenvolver en diversos aspectos de las corrientes y de las esferas, logrando así relacionar estas mediante su participación y ejecución.

De los trabajos de grado revisados en ambos programas de licenciatura en química, respecto a las esferas, se evidenció el abordaje de la corriente científica y el conocimiento científico. Se observó el mismo abordaje para el caso de la antropósfera (correspondiente a una propuesta centrada en el abordaje, comprensión o tratamiento de las actividades y satisfactores humanos) y, desde la esfera particular, se identificó que los trabajos asignados a esta categoría desarrollaban propuestas de materiales educativos con la finalidad de la explicación y enseñanza de fenómenos químicos y por una educación con un enfoque social, inclusivo y cultural. Entonces, es una amplia variedad de respuestas las que toman como igual e importante el papel de la química ambiental y la educación ambiental para responder a cómo se aborda lo ambiental y por qué se aborda lo ambiental.

En términos de las corrientes, existe una predominancia en abordajes sobre lo ambiental desde la corriente científica, corriente

crítica, corriente bio-regionalista, corriente moral-ética, corriente de la eco-educación y corriente de la sostenibilidad/sustentabilidad, respondiendo junto con las esferas anteriores a cómo se aborda lo ambiental y por qué se aborda lo ambiental. De una forma discursiva que toma elementos teóricos, especialmente de las ciencias naturales, para otorgar soluciones que, junto con las respuestas halladas en el abordaje de las esferas, pueden condensarse para brindar planteamientos más amplios y profundos. Por otra parte, al identificar las corrientes y esferas en que predominan sus abordajes, se podría cuestionar por qué los licenciados en química tienden a abordar estos contenidos, descartando la posibilidad del abordaje de nuevos contenidos.

La investigación que se realizó brinda información desde diferentes perspectivas que se pueden abordar desde la química ambiental y desde la educación ambiental para responder a problemáticas conceptuales, ambientales o simplemente dar respuesta a fenómenos a partir de la combinación de las esferas y corrientes establecidas, que no necesariamente se limitan a lo científico, sino que también involucran lo social, lo cultural y lo formativo, todo lo cual puede ser abordado desde la docencia. También se pueden realizar puentes con el uso de las perspectivas propuestas. A partir de las relaciones establecidas entre esferas y corrientes, se pueden generar nuevas combinaciones para el abordaje de lo ambiental que finalmente contribuya a una sensibilización de las dinámicas actuales entre la química ambiental y la educación ambiental, y del papel del ser humano en estas.

Conclusiones

Mediante la revisión documental realizada en los trabajos de grado publicados entre el año 2015 y el año 2019, de las licenciaturas en química de la Universidad Pedagógica

Nacional y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se logró plantear y desarrollar la relación entre la educación ambiental y la química ambiental a partir de sus contenidos. En educación ambiental, desde las corrientes de la educación ambiental, y, en química ambiental, desde las esferas.

Asimismo, se resalta, de la primera fase de la investigación, la importancia que tiene la revisión documental, ya que a partir de esta se retomaron trabajos de grado en los repositorios en línea de cada universidad, los cuales brindaron las perspectivas que contenían, tanto ambientales como en lo educativo, y en la química para un determinado rango de tiempo. Esta variedad discursiva, teórica y metodológica, permitió compilar la información para ofrecer nuevas configuraciones para abordar en materia ambiental lo que serían las combinaciones posibles entre educación ambiental y química ambiental.

Las combinaciones que se obtuvieron, a partir de las categorías desarrolladas en educación ambiental (corrientes), química ambiental (esferas), consistieron en las combinaciones posibles entre estas dos (corriente-esfera). Esta categorización permitió visualizar las preferencias temáticas para tener en cuenta, por parte de los licenciados en química, en donde predomina un discurso común mediante el cual se aborda y trabaja la relación entre la química ambiental y la educación ambiental. Además, se encontraron combinaciones posibles de abordaje de lo ambiental que cuentan con un número bajo de trabajos de grado que los involucren, lo cual ofrece espacios casi nuevos de investigación para los docentes.

Las tendencias temáticas abordadas confluyen en trabajar la química ambiental desde la esfera antropósfera mediante el discurso ambiental de la corriente científica, desde este enfoque marcan la importancia del ser humano y de la necesidad de comprender su entorno a partir del marco científico que lo explica. Sin embargo, al evidenciarse que existen más convenciones para abordar lo ambiental, se busca promover en los licenciados en química que sus investigaciones no se vean limitadas a un componente netamente científico.

De la información recolectada, mediante las diversas categorías, se encontró que la relación entre la educación ambiental y la química ambiental se basa primordialmente en el contenido. A partir de este, se da respuesta a interrogantes que surjan desde lo ambiental, el discurso de cada área temática va a brindar información que será complementaria con la otra, conjugando así una respuesta que involucrara al individuo desde su capacidad argumentativa y científica; lo anterior fue tendencia, sin importar la combinación de análisis en la que se centrara.

Por último, se consideran los alcances que tiene esta compilación y análisis documental en futuras investigaciones que busquen abordar ya sea la química ambiental, la educación ambiental o ambas, y su relación, teniendo en cuenta la diversidad de perspectivas encontradas y brindadas en el presente trabajo, en el cual se busca presentar la importancia que tienen tanto la química ambiental como la educación ambiental. El papel que cumple el docente y la educación

es primordial en la relación entre aquellas, especialmente para el evidente contexto ambiental actual en el que es necesario el estudio, el análisis, la comprensión y las soluciones a la diversidad de dinámicas y problemas ambientales encontrados.

Referencias

- Baird, C. y Cann M. (2014). *Química ambiental*. Editorial Reverté.
- Bautista-Cerro, M. J., Murga-Menoyo M. A. y Novo M. (2019). La Educación Ambiental. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1103. doi:10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i1.1103
- Decreto 1743 de 1994, por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal. *Diario oficial* 41.476.
- Duarte, M. (2020). *Análisis sobre la relación educación ambiental y química ambiental en trabajos de grado de licenciatura en química en Colombia periodo 2015-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12753>
- Durán, D. (2019). Instrumentos de investigación cualitativos y cuantitativos frente a la investigación mixta o complementaria. *Revista interdisciplinaria de investigación*, 3(2), 41-56. <http://www.pragmatika.cl/review/index.php/consensus/article/view/38>
- Gilbert, M., (2001). El profesor y la Educación Ambiental. Software de Educación Ambiental. Grupo GEA. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Hernández, R., Orjuela, C., Cabrera J. y Cabrera, L. (2015). Sistematización trabajos de grado: propuesta investigativa para la reconstrucción de rutas de conocimiento.
- Actualidades Investigativas en Educación*, 15(2), 308-329.
- Ley 115 del 1994 (8 de febrero), por la cual se expide la ley general de educación. *Diario oficial* 41.214.
- Ley 99 de 1993 (22 de diciembre), por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente. *Diario oficial* 41.146.
- Ley 30 de 1992 (28 de diciembre), por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. *Diario oficial* 40.700.
- Manahan, S. (2011). *Fundamentals of Environmental Chemistry*. Kindle Edition.
- Ministerio de Educación Nacional [SNIES]. *Consulta de programas*. <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Mozeto, A. y Jardim W. (2002). A Química Ambiental no Brasil. *Quim Nova*, 25, 7-11.
- Parga, D. (2013). Un currículo ambientalizado para formar profesores de química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308033>
- Parga, D., Mora W. y Cárdenas Y. (2014). Dimensión ambiental: una inclusión necesaria para la formación de profesores de química. *Góndola*, 9, 38-46. 10.17227/20271034.vol. Onum. Obio-grafia87.94.
- Rodríguez, Y. (2017). *La Educación Ambiental en la geografía para un desarrollo sostenible* (443-454). II congreso internacional virtual sobre La Educación en el siglo XXI.
- Sáenz, O., Plata M., Holguín M., Mora W. y Blanco N. (2017). Institucionalización del compromiso ambiental de las universidades colombianas. *Civilizar, Ciencias Sociales y Humanas*, 17(33), 189-208.

Sauvé, L. (2005). *Una cartografía de corrientes en educación ambiental*. In Sato, M. et. Carvalho, I. (Dir.). *Educação ambiental - Pesquisa e desafios*. Porto Alegre.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas [UD] (30 de octubre de 2022). *Perfil Ocupacional*. <http://licquimica.udistrital.edu.co:8080/perfil-ocupacional>.

Universidad Pedagógica Nacional [UPN] (30 de octubre de 2022). *Perfil del Egresado*. <http://licenciaturaenquimica.upn.edu.co/perfil-del-aspirante-y-del-egresado/>

Forma de citar este artículo:

Duarte-Boada, M. y Saavedra-Alemán, M. J. (2024). Relación Educación Ambiental y Química Ambiental en trabajos de grado de Licenciaturas en Química en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 29-46. <https://doi.org/>



Diseño tecnológico escolar como producto del conocimiento profesional del profesor de tecnología

- School technology design as a product of the professional knowledge of the technology teacher
- A noção da escola de design tecnológico como produto do conhecimento profissional do professor de tecnologia

Resumen

Este artículo de investigación presenta un estudio de caso cualitativo-interpretativo, en el que se especifican las características del Conocimiento Profesional Específico del Profesor de Tecnología (CPPT) en la categoría escolar de Diseño Tecnológico, a partir de lo que enseña un profesor de Tecnología dentro de la Educación Media en Colombia. El propósito de este documento es describir e interpretar el conocimiento que ha construido el profesor de Tecnología para abordar la enseñanza del Diseño Tecnológico, desde los referentes teóricos basados en su conocimiento profesional, como un sistema de ideas integradas entre los saberes: académicos, experienciales, guiones y rutinas, así como la interrelación que se da entre estos tipos de saber. A partir del discurso del profesor se construyeron las metáforas más representativas para cada uno de los saberes, las cuales han permitido interpretar y dar un sentido particular a la categoría escolar de Diseño Tecnológico en la escuela. Los resultados muestran que el CPPT se caracteriza por estar dirigido a la formación de personas reflexivas frente al proceso de diseño en la escuela, que va más allá del bosquejar, delinear o crear artefactos; es un proceso analítico, reflexivo y propositivo, con el que el profesor promueve en los estudiantes la reflexión de su entorno tecnológico, para que, de manera responsable y bajo principios éticos, puedan incidir en ello.

Palabras clave

conocimiento profesional docente; diseño tecnológico; enseñanza; formación del profesorado; tecnología

María Yolanda Reina-Reina* 

* Docente, Secretaría de Educación del Distrito. Magíster en Educación. Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia myreinar@upn.edu.co.



Abstract

This paper presents a qualitative-interpretative case study, in which the characteristics of the Specific Professional Knowledge of the Technology Teacher (CPPT) in the school category of Technological Design are specified, based on what a Technology teacher teaches in High School Education in Colombia. The purpose of this article is to describe and interpret the knowledge that the Technology teacher has constructed to approach the teaching of Technological Design, from the theoretical references derived from their professional knowledge as a system of integrated ideas among four types of knowledge: academic, experiential, scripts and routines, as well as the interrelation that occurs between these types of knowledge. Based on the teacher's discourse, the most representative metaphors were constructed for each of the types of knowledge, that have allowed us to interpret and give a particular meaning to the school category of Technological Design in the school. The results show that the CPPT is characterized by being aimed at the formation of reflective people in the process of designing at school, which goes beyond sketching, outlining or creating artifacts, it is an analytical, reflective and proactive process, with which the teacher promotes in students the reflection of their technological environment, so that they can influence it in a responsible manner and under ethical principles.

Keywords

teacher professional knowledge; technological design; teaching; teacher education; technology

Resumo

Este artigo apresenta um estudo de caso qualitativo-interpretativo, no qual são especificadas as características do Conhecimento Profissional Específico do Professor de Tecnologia (CPPT) na categoria escolar de Design Tecnológico, com base no que um Professor de Tecnologia ensina no Ensino Médio na Colômbia. O propósito deste documento é descrever e interpretar os conhecimentos que o professor de Tecnologia construiu para abordar o ensino do Design Tecnológico, a partir das referências teóricas derivadas do seu conhecimento profissional, como um sistema de ideias integrado entre os conhecimentos: acadêmicos, experiencial, scripts e rotinas, bem como a a inter-relação que ocorre entre estes tipos de conhecimentos. Com base no discurso do professor, as metáforas mais representativas foram construídas para cada um dos tipos de conhecimentos, as quais permitiram interpretar e dar um significado particular à categoria escolar de Desenho Tecnológico na escola. Os resultados mostram que o CPPT é caracterizado pelo fato de estar destinado para a formação de pessoas que refletem sobre o processo de design na escola, que vai para além de esboçar, delinear e/ou criar artefatos; sendo este um processo analítico, reflexivo e proativo, com o qual o professor incentiva os alunos a refletir sobre o seu ambiente tecnológico, para que possam ter impacto no mesmo de uma forma responsável e sob princípios éticos

Palavras-chave

ensino de conhecimentos profissionais; design tecnológico; ensino; formação de professores; tecnologia

Introducción

Los aportes de las investigaciones en la Enseñanza de las Ciencias han sido muy importantes en el ámbito educativo, porque han contribuido a la formación del profesorado y han dado lugar a que la escuela sea reconocida como productora de cultura, de identidades y de subjetividades; sin embargo, no se reconoce al profesor como productor del conocimiento que enseña. Hasta ahora, al profesor solo se le ha concedido el lugar de subsidiario de dichos conocimientos, cuyas fuentes son las disciplinas no escolares.

Indagar por la construcción del conocimiento del profesor, desde la perspectiva teórica del conocimiento profesional docente como un sistema de ideas integradas (Perafán, 2004 y Garzón *et al.*, 2022), en relación con la noción escolar de diseño tecnológico, nos permitirá: primero, comprender cómo se construye el conocimiento base para la enseñanza del diseño tecnológico en la escuela, desde una mirada integradora y holística, donde el qué y el cómo de la enseñanza se conciben como una unidad indisoluble, lo que le concede un sentido particular, personal y subjetivo al conocimiento del profesor. Segundo, replantear la naturaleza de la noción escolar de diseño tecnológico, que no es la disciplina del Diseño. Tercero, favorecer los procesos de introspección del profesor para fortalecer el desarrollo de una conciencia crítica que le permita edificar una identidad profesional como constructor del conocimiento disciplinar escolar del Diseño Tecnológico.

En este sentido, el grupo INVAUCOL, de la Universidad Pedagógica Nacional, en atención a la necesidad de posicionar al profesor como profesional que produce conocimiento escolar, se ubica en la postura epistemológica que comprende que el conocimiento profesional del profesor es producido por él, corresponde

a un conocimiento disciplinar escolar, que tiene como intencionalidad la formación de sujetos, razón por la cual lo hace diferente al conocimiento científico y al conocimiento común. En este sentido, esta investigación, en particular, indaga por: ¿Cuál es el conocimiento profesional específico del profesor de Tecnología, asociado a la noción escolar de Diseño Tecnológico?

Antecedentes

Los estudios más cercanos e importantes, que reivindican de alguna manera al profesor como un profesional, en tanto productor de un conocimiento particular, son los que se vienen desarrollando en los ámbitos nacional e internacional, en relación con el Conocimiento Didáctico del Contenido [CDC], que le atribuyen un saber propio al profesor, pero no el más importante: el saber disciplinar escolar. Esto se da porque se parte de concebir que los saberes que enseña el profesor provienen de las disciplinas y que el que el saber construido por el profesor es un CDC, como una combinación entre el conocimiento de la materia y el conocimiento pedagógico (Ibáñez y Villasana, 2022), que le permite al profesor transformar el contenido en algo posible de ser enseñado (Valbuena *et al.*, 2012; Bolívar, 2005; Shulman, 2005; Marcelo, 2001).

Marco conceptual

El trabajo investigativo aporta a la comprensión sobre la construcción del conocimiento profesional del profesor de tecnología en relación con la noción escolar de Diseño Tecnológico, a partir de los postulados teóricos de Perafán (2004, 2011, 2013a, 2013b, 2015) y Garzón *et al.* (2022). Para esto, se realiza un breve recorrido por las distintas líneas de investigación, que han suscitado diversos y complejos enfoques, que dan cuenta del conocimiento del

profesor desde el contexto del aula. Una de las primeras líneas de investigación que dan cuenta de un conocimiento propio y distintivo del profesor es aquel centrado en la práctica. Elbaz (1983) y Del Fresno (2022) establecen una relación directa de la práctica con el conocimiento, el sujeto, el entorno y el currículo. Mosquera-Suárez *et al.* (2021) y Clandinin (1985) comprenden que el conocimiento práctico del profesor es observable en sus acciones y en el discurso. Ferrandis *et al.* (2020) y Bromme (1988), por otro lado, comprenden la enseñanza como la integración entre la teoría y la práctica, y conciben el conocimiento profesional del profesor como la asociación entre la disciplina a enseñar, el currículo, los aprendizajes de los estudiantes, la didáctica, las creencias y valores sobre los estudiantes.

Una segunda línea de investigación se centró en el conocimiento del profesor a partir del conocimiento del aula, específicamente en el estudio los pensamientos y las acciones de los profesores (Aranda-Vega *et al.*, 2020; García, 1986; Shavelson y Stern, 1983). Otra de las líneas de investigación, ampliamente desarrollada, es aquella cuyo marco de referencia es el conocimiento didáctico del contenido (CDC) como eje integrador del conocimiento profesional del profesor (Melo *et al.* 2020; Castro, 2014; Shulman, 2005, 1986; Mellado, 1996), desde donde se destacan tres conocimientos base como componentes del CDC: disciplinar; de la didáctica específica (representaciones o estrategias instruccionales para la enseñanza del tópico) y del contexto, que tienen en cuenta los intereses, creencias y concepciones de los estudiantes.

Desde la mirada del CDC, Mishra y Koehler (2006) han desarrollado el denominado TPACK (conocimiento didáctico del contenido tecnológico). En concordancia con Ortega (2020), este conocimiento constituye una potente categoría con la que es posible superar la mirada técnica e instrumental con la que se han abordado los procesos de enseñanza, postura desde donde Sandí y Sanz (2018) comprenden la competencia tecnológica del manejo de las tecnologías de la información y la comunicación, como fundamental para el desarrollo de las competencias pedagógicas y disciplinares. Por otro lado, Briceño (2011) la interpreta como un constructo organizador del sistema cognitivo de saberes, creencias, destrezas, habilidades y capacidades del profesor de tecnología.

Aunque estas investigaciones han sido valiosas para superar la mirada instrumental de la tecnología en la enseñanza, prevalecen las carencias sobre la comprensión de los conocimientos específicos contruidos por el profesor que enseña la asignatura de Tecnología en la escuela, como corpus de conocimiento posible de ser enseñado. De acuerdo con Perafán (2013a, p. 12), las investigaciones centradas en el TPACK “no resuelven el problema de la participación efectiva del profesorado en la construcción del saber disciplinar que enseña; es decir de su participación histórica en la construcción efectiva de las nociones propias de su disciplina profesional”, situación que nos ha llevado a posicionarnos en el conocimiento profesional del profesor (CPP) como un sistema de ideas integradas (Garzón *et al.* 2022).

El conocimiento profesional del profesor como un sistema de ideas integradas

El CPP es considerado una construcción propia, que tiene a la base cuatro saberes constitutivos: saberes académicos, saberes experienciales, guiones y rutinas y teóricas implícitas, cada uno de ellos con naturaleza epistemológica distinta. Garzón *et al.*, (2022) reconceptualiza y da un giro alrededor del valor histórico, epistemológico y social de lo que ha sido considerado como saber académico del profesor: es un saber explícito y consciente de orden teórico. Este saber es independiente del de la disciplina del Diseño, porque su construcción epistémica es diferente y sus fines, a su vez, son diferentes.

Los saberes experienciales, por otro lado, son un conjunto de ideas o principios de actuación conscientes, que se manifiestan explícitamente en la labor docente por medio de creencias, principios de actuación, metáforas e imágenes del conocimiento personal (Pañagua, 2021; Perafán, 2004). Las teorías implícitas en los profesores se relacionan con una organización y formalización conceptual no consciente, hacen parte de un contexto ideológico de conocimientos tácitos, que avalan comportamientos, pensamientos y saberes del profesor (Gimeno y Pérez, 1988; Rodríguez, 2023). Además, se encuentran enraizadas en la tradición institucional, en una mezcla de valores, creencias y teorías, que se elaboran en el rol profesional. Estas teorías ayudan a entender las articulaciones entre el pensamiento, acciones y saberes de los profesores (Perafán, 2004; Garzón *et al.*, 2022).

Los guiones y rutinas de acción, de acuerdo con Perafán (2013a) y Porlán y Rivero (1998), establecen pautas de acción que se reiteran en el aula, por tanto, se constituyen

en un conjunto de esquemas o principios de actuación implícitos que predicen y dirigen el curso de los acontecimientos del aula, simplifican el trabajo diario del profesor, facilitan la toma de decisiones y hacen parte de la experiencia o la historia de vida del profesor.

Desde esta perspectiva teórica, Ortega y Perafán (2016) comprenden que la naturaleza de la noción escolar de tecnología es un saber construido históricamente por el profesor, lo que se constituye en un aporte fundamental para la validez, desarrollo y vigencia de los saberes en particular, de esta disciplina escolar.

El papel de las metáforas en la construcción del CPP de tecnología relacionado con la noción escolar de diseño tecnológico

De acuerdo con García (2022) y Ricoeur (1975), la metáfora no es solo un adorno retórico o estético, sino un conocimiento a fondo de la realidad. Lakoff y Johnson (1999) además sugieren cómo las metáforas son fundamentales para aprender y estructurar sistemas conceptuales, una herramienta básica de cognición, por tanto, no son subsidiarias de otras expresiones consideradas literales, sino que dicen algo por sí mismas.

De acuerdo con García (2022) y Alarcón *et al.* (2014), las metáforas son una fuente válida para la obtención de conocimientos sobre la enseñanza. Mellado *et al.* (2017), específicamente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, las definen como un mecanismo de producción de sentidos que estructuran gran parte del conocimiento del profesor y permiten indagar por el contenido implícito del pensamiento del profesor que influyen en su actuar en el aula. Por todo lo anterior, consideramos que las metáforas con las que enseña el profesor son el lugar desde

donde es posible comprender los cuatro saberes que componen el CPP (saberes académicos, saberes experienciales, teorías implícitas y guiones y rutinas), para generar procesos de reflexión docente que nos permitan ir más allá de lo que el profesor expresa verbalmente.

Desde esta mirada, el lenguaje metafórico con el que enseña el profesor y con el que expresa sus pensamientos acerca de lo que enseña, ayuda a comprender, en primer lugar, lo que piensan los profesores respecto de su enseñanza (Marshall, 1990). Además, permite generar procesos de reflexión holística en donde se incluyen los sentimientos y las emociones que le generan el acto de enseñar (Korthagen, 2001; Hargreaves, 1998) y ayudan fortalecer los procesos de reflexión para la construcción de identidad profesoral (Guerra 2009). Analizar el CPPT como una disciplina escolar desde una perspectiva social, requiere centrarse sobre contenidos o nociones específicas de enseñanza, como es el caso de nuestro estudio.

Metodología

Objetivos de investigación

Los objetivos de esta investigación se concretan en describir y caracterizar el conocimiento profesional específico del profesor de tecnología en relación con la noción escolar de diseño tecnológico, a partir de la categorización: saberes académicos, saberes experienciales, teorías implícitas y guiones y rutinas y la interrelación que se da entre ellos.

Métodos e instrumentos

Para el estudio se han tenido en cuenta los principios de la investigación cualitativa-interpretativa y el estudio de caso. Desde esta perspectiva, se considera que el investigador es el principal instrumento, es quién se sumerge en el proceso de indagación y reflexión, capta los significados de lo que acontece en el contexto, con la intención de describirlo, explicarlo, clasificarlo, interpretarlo y establecer relaciones (Stake, 1995).

La investigación se desarrolló con un profesor de tecnología de bachillerato, con 18 años de experiencia docente, al que llamaremos Ricardo. Su formación incluye conocimientos sobre Diseño Tecnológico e Ingeniería industrial. Actualmente, trabaja en una institución educativa de carácter público en la ciudad de Bogotá, Colombia, y sus estudiantes, quienes cursan el grado décimo de educación media en Colombia, tienen edades entre los 15 y 17 años.

Los instrumentos y técnicas de recolección de la información aplicados fueron: 1) observación participante de 12 sesiones de clase de 110 minutos, en las que se abordó la categoría escolar de diseño tecnológico a través de un proyecto

encaminado a realizar el mantenimiento de una obra civil, con un grupo de 37 estudiantes del primer curso de bachillerato; 2) entrevista semiestructurada; 3) entrevistas de estimulación del recuerdo; 4) análisis del Proyecto Educativo Institucional (PEI) del colegio.

Con la observación participante en el aula, se retomó el discurso tanto implícito como explícito del profesor y todas aquellas situaciones que influían en su enseñanza, con referentes de observación como: los saberes académicos, los saberes experienciales, las teorías implícitas y los guiones y rutinas. Para esto, se hizo uso de un protocolo de observación, diseñado y validado específicamente para este tipo de investigaciones del grupo de investigación INVAUCOL (de la UPN de Colombia). Un ejemplo de este instrumento se muestra en el anexo 1. Con la entrevista semiestructurada se profundizó en la comprensión de lo observado; por una parte, para tener una mayor comprensión de las expresiones y contenidos implícitos encontrados y, en segundo lugar, para ratificar que los episodios correspondían a uno o varios de los cuatro tipos de saberes (académicos, experienciales, teorías implícitas y guiones y rutinas) y los 17 tipos de argumentos con los que se realiza el análisis de la información.

La técnica de estimulación del recuerdo se utilizó para rastrear procesos de pensamiento, con el fin de reconstruir las vivencias durante la enseñanza interactiva, ya que permite evocar con gran detalle, explicaciones y razones por las cuales se tomaron determinadas decisiones y que enriquecen el discurso del profesor.

La sistematización de todos los datos obtenidos —en la observación participante en audio y video, de los datos registrados en el protocolo de observación, de las entrevistas semiestructuradas y de los datos obtenidos a través de la técnica de estimulación del

recuerdo para el CPP— y su análisis se realizó con el instrumento de análisis de contenido denominado *Analytical Scheme*, diseñado por Perafán (2011). El *Analytical scheme* es una matriz construida y validada para identificar el conocimiento profesional que mantiene el profesorado, asociado con las categorías que enseñan, en el marco de las investigaciones acerca del CPP como un sistema de ideas integradas (Perafán, 2015). A través de la matriz, la información se segmenta en episodios, los cuales son asociados a uno o varios de los 17 tipos de argumentos que caracterizan al CPP. Estos argumentos, a su vez, están asociados a la comprensión epistemológica de los cuatro saberes que constituyen el CPP: 1) saberes académicos, 2) saberes basados en la experiencia, 3) guiones y rutinas y 4) las teorías implícitas y sus estatutos epistemológicos fundantes: la transposición didáctica, la práctica profesional y la historia de vida, respectivamente. Un ejemplo de este instrumento se muestra en el anexo 2.

Para realizar la identificación de los episodios, recurrimos al contenido manifiesto, con el fin de mantener los parámetros de fiabilidad y verificabilidad. Los datos se analizaron por dos miembros del equipo de investigación de forma conjunta, a partir de un análisis de contenido y, posteriormente, por un investigador independiente. Se consiguieron acuerdos del 92 % (los desacuerdos se resolvieron mediante consenso).

Resultados y análisis

Para interpretar las acciones y el discurso del profesor, después de clasificar los episodios en cada uno de los saberes, se construyeron tres metáforas que dan cuenta del sentido que tiene para el profesor su enseñanza de la noción escolar de diseño tecnológico. En concordancia con Mellado *et al.* (2017), se

considera que las metáforas se constituyen en mecanismos de producción de sentidos, que estructuran buena parte del conocimiento del profesor.

Saberes académicos: la metáfora de la pregunta que promueve la reflexión y construcción de conocimiento

Buena parte del discurso del profesor está elaborado con base en preguntas, con distintas finalidades, tales como mantener la atención de los estudiantes, orientar el trabajo o indagar acerca de lo que piensan sus estudiantes. Ricardo no busca respuestas verbales inmediatas, por el contrario, pretende que el estudiante vea más allá de lo evidente, no solamente a través de sus ojos, sino de sus reflexiones.

El profesor persigue que el estudiante se cuestione, pero no desde cualquier lugar, sino desde situaciones concretas y desde sus posibilidades. Cuando Ricardo dice ¿Cómo sería?, quiere que el estudiante plantee problemas, para que comprenda que toda indagación a través de la pregunta conlleva a la acción, no solo para cambiar y mejorar el entorno que le rodea, sino especialmente para transformarse a sí mismo, por lo tanto, busca respuestas y soluciones desde dentro de sí, desde sus posibilidades. A continuación, presentamos un ejemplo concreto del tipo de pregunta utilizada por Ricardo, la cual busca estimular la reflexión, la toma de decisiones y la acción:

Ep. 115/ Prof. Ric/Clas03

P: ¿Qué cosas, qué problemas tú has visto, que el colegio nunca ha resuelto? Porque eso lo puede resolver el colegio, traer gente, pintura y cosas de esas. ¿Qué cosas ves tú continuamente que no se le da solución y que yo puedo resolver? Tú estás hablando lo de la maleza [refiriéndose a la mala hierba]. ¿Qué otra cosa puedo resolver, que veo aquí, que no le han puesto solución?

E: ¿La de la basura?

P: ¡Eso! ¿Cómo sería?

Ep. 20/Prof. Ric /Clas09

P: Para hacer la evaluación nos tenemos que preguntar: ¿Será que resolví lo que quería resolver?

Ep. 30/ Prof. Ric /Clas10

P: Recuerden que lo importante es preguntarse: ¿Será que alcancé los objetivos que me había trazado en un principio?

Ep. 52/ Prof. Ric /Clas11

P: Preguntémonos, ¿será que hice algo de desarrollo tecnológico? ¿Qué otros cuestionamientos nos podemos hacer?

Los episodios anteriores muestran como la pregunta es un elemento fundamental dentro del proceso de diseñar, porque el profesor está interesado en

generar procesos de pensamiento reflexivo, entendiendo que el hombre se construye con base en preguntas, ya que todo acto de cuestionamiento permite explorar un nuevo rumbo. Además, las preguntas formuladas por Ricardo están dirigidas al auto cuestionamiento del sujeto, por tanto, la respuesta es personal y subjetiva. Esto fomenta en el estudiante el orden, la rigurosidad, la minuciosidad y la búsqueda de su propio conocimiento. En coherencia con esta visión, el profesor no otorga calificaciones, sino que induce a que el sujeto se autoevalúe, porque solo él puede dar cuenta de sus conocimientos construidos y sus metas alcanzadas.

Saber experiencial del profesor: la metáfora del ejemplo

Al hacer un recorrido por el discurso del profesor durante la enseñanza de la noción de diseño tecnológico, se encontró que más del 70% de las veces que requirió expresar un concepto, aclarar dudas a los estudiantes o ampliar una explicación, lo hizo con la metáfora del ejemplo.

La metáfora del ejemplo hace parte del saber experiencial del profesor, porque con esta afrontan la imprevisibilidad del aula, originada a partir de las preguntas, de los comentarios, de los aportes y hasta de los silencios de los estudiantes durante su enseñanza. A través del ejemplo, el profesor espera que el estudiante construya su propio concepto, de acuerdo con lo que necesita para el desarrollo de su proyecto. Ricardo señala cómo los conceptos enseñados no pueden ser transferidos directamente al alumnado.

Los ejemplos son, para el profesor, construcciones propias y contextualizadas. No son demostraciones, porque no aluden al proyecto que los estudiantes llevan a cabo, ni tampoco son un reflejo del método inductivo

en la ejemplificación, ya que no parten de la observación de hechos particulares ni conducen a generalizaciones. Este es el caso de la construcción de la idea de “espacio de obra” que mostramos a continuación.

Ep. 60/ Prof. Ric. /Clas10

E: Profe, no le entendí lo del espacio de obra.

P: Por ejemplo, cuando estábamos hablando del ejemplo del puente peatonal, entonces tú dices: ¡huy!, pero es que es muy difícil hacer ahí un puente peatonal, porque apenas está el espacio de los andenes, y, entonces, ese sería espacio disponible. La obra no es viable porque no hay espacio para hacerlo, mientras que es más fácil montar un semáforo. ¿Sí? O, más fácil todavía, colocar los reductores de velocidad. ¿Sí ves? Entonces, ese sería un factor que se podría considerar, pero no es que sea el caso tuyo.

Al indagar por el sentido que tiene para el profesor expresar los conceptos, las aclaraciones o las explicaciones durante la clase con ejemplos, Ricardo muestra la intencionalidad de su enseñanza, la cual se centra en entretejer redes de relaciones entre el proyecto que realiza con sus estudiantes, las explicaciones dadas, los proyectos realizados con anterioridad y sus hábitos, para que sus estudiantes construyan sus propios conceptos y transformen su pensamiento.

Los guiones y rutinas: la metáfora de la revisión del cuaderno

Hacer evidentes las rutinas del profesor en el aula requirió de la observación participante durante 12 sesiones de clase. También fue necesario indagar en su historia de vida, a través de la técnica de estimulación del recuerdo y de la entrevista semiestructurada. Como rutina

importante, encontrada en la construcción de sentido de la noción de diseño tecnológico en el aula, se encuentra la revisión del cuaderno.

La revisión de cuaderno, realizada por el profesor mientras los estudiantes trabajan, es utilizada para aclarar dudas, hacer sugerencias y correcciones y evaluar, a la vez que como instrumento para saber qué piensan los estudiantes. En el episodio que mostramos a continuación, Ricardo les recuerda a sus estudiantes que el trabajo ha de realizarse en el cuaderno y que su función, como se muestra, es el de constituirse en un instrumento para la planificación.

Ep. 44/Prof. Ric /Clas01

P: Ahí estamos haciendo, porque se supone que ahí estamos trabajando o planeando en el cuaderno. ¿Sí o no? Fuera de que yo hago el dibujito y qué materiales necesito, ¿qué más escribo?

E: Los materiales que voy a usar

Ep. 90. Prof. Ric. /Clas02

E: Profe, mire ahí [mostrándole el cuaderno], ahí están todos [refiriéndose a los problemas planteados].

P: Listo. Ahorita recojo los cuadernos y ahí me pasa todo. ¡Cinco minutos más y terminamos! ¿Listo, ingenieros? [pasados unos minutos después de que todos los cuadernos están en el escritorio, el profesor se sienta y empieza a revisarlos uno a uno, haciendo algunas marcas y anotaciones].

Ep. 85. Prof. Ric. /Clas05

P: [Dirigiéndose a un estudiante que no se ha integrado a ningún grupo para realizar el trabajo] Joven, muéstreme su cuaderno para ver qué fue lo que se propuso desarrollar. ¿Por qué no está trabajando?

Así, la noción escolar de diseño adquiere un sentido implícito particular como es el de trabajar y planificar. Aun así, planificar no es el único sentido de esta metáfora, la revisión de los cuadernos es un medio de control del tiempo de trabajo en clase y un puente de comunicación muy importante entre profesor-estudiante, individual y personal. El cuaderno, para Ricardo, es un instrumento que le permite manejar diversas situaciones del trabajo en el aula, y, a su vez, darle un orden y un sentido particular al acto de diseñar. Hace parte de su forma de hacer seguimiento y control al trabajo de creatividad, pensamiento y autonomía del estudiante. En general, es la forma de acercarse al proceso de diseño tecnológico de cada estudiante.

Conclusiones y discusión

Comprender la noción escolar de diseño tecnológico como un sistema de ideas integradas (Perafán 2004, 2015), complejo e interactuante (Morín, 1988), ha requerido un análisis por separado de cada uno de los saberes que lo conforman.

Para esto ha sido necesario adentrarse en sus lugares de origen: historia de vida, las creencias y la práctica misma, identificando así, no solo los saberes construidos por el profesor, desde la academia, sino la interpretación de los sentidos que configuran y le dan un significado particular a su enseñanza.

Consideramos que, por lo tanto, el conocimiento del profesor es un acto de producción propio (Ortega, 2017), se distingue del conocimiento académico de los investigadores y del sentido común de la mayoría de las personas (Pabón, 2021). Es una creación histórica de la escuela, por y para la escuela (Ponte, 2012).

Con relación al objetivo de nuestra investigación, los resultados muestran que la noción escolar de diseño tecnológico es concebida por el profesor de tecnología como un proceso reflexivo, creativo, activo, interactuante, propositivo y ético, que busca reflexionar acerca de situaciones que pueden ser consideradas problemas tecnológicos en el entorno sociocultural al cual va dirigida su enseñanza, en donde el fin último no es la construcción de artefactos, ni la transmisión de técnicas en general. La tecnología escolar, a través del diseño, es comprendida por el profesor como conocimiento socialmente aplicado, con el que es posible entrar a reflexionar acerca del entorno tecnológico, a partir de los intereses, gustos, necesidades, incertidumbres y cuestionamientos de los estudiantes.

En cuanto a los saberes académicos, los resultados de esta investigación muestran que, para el profesor, el objetivo principal de su enseñanza está dirigido a la formación de pensamiento crítico-reflexivo del estudiante acerca de su entorno tecnológico, a partir del cual se puedan generar procesos de diseño particulares y situados, alejándose así de currículos estándares y de enseñanza de técnicas preestablecidas que vayan dirigidas hacia la creación o transformación de objetos en sí.

En cuanto a los saberes experienciales, los resultados nos sugieren que, para la enseñanza de la noción de diseño tecnológico, el profesor construyó unas estrategias de enseñanza particulares de acuerdo con el contexto; por lo tanto, no se constituyen en estrategias que adopte y adapte, sino que surgen de la práctica y de la reflexión.

Aunque son escasas las investigaciones que se encuentran sobre la noción escolar de diseño tecnológico, en el marco de los estudios acerca del conocimiento profesional docente, los más relevantes encontrados y que guardan relaciones importantes con nuestros resultados, son los presentados por Briceño (2011), quien, desde el CDC, concluye que los conocimientos del profesor, en relación con el diseño tecnológico escolar, están construidos de acuerdo con las condiciones socio-históricas del contexto en el que se desenvuelve, son cambiantes y dinámicos, se enriquecen en la medida en que se desarrollan nuevas interacciones con alumnos, colegas, comunidad educativa y a través de sus múltiples experiencias profesionales.

Briceño (2011), a su vez, comprende que los saberes experienciales no son solamente un saber hacer en la práctica, sino que incluyen proposiciones teóricas que optimizan el quehacer en el aula y, en este sentido, los profesores no son sujetos pasivos que ejecutan postulados y teorías educativas creadas por expertos, sino que son sujetos que logran un nivel de autonomía acorde con su experiencia profesional.

Referencias

- Alarcón, P., Díaz, C., Tagle, T., Ramos, L. y Quintana, M. (2014). Metáforas para profesor y estudiante de pedagogía, en un grupo de estudiantes de pedagogía chilenos. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 512-543.

- Aranda-Vega, E. M., Martín-Cuadrado, A. M. y M. J. Corral-Carrillo (2020). Diarios de clase: estrategia para desarrollar el pensamiento reflexivo de profesores. *Educación y educadores*, 23(2), 243-266.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39.
- Briceño, C. (2011). Conocimiento didáctico de los profesores de tecnología antecedentes de la investigación. *Revista Científica*, 11, 120-129. <https://doi.org/10.14483/23448350.416>
- Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 19-29.
- Castro, A. (2014). El conocimiento didáctico del contenido (CDC): una herramienta que contribuye en la configuración de la identidad profesional del profesor. *Magistro*, 8(15), 1.
- Clandinin, J. (1985). Personal practical knowledge: a study of teachers' classroom images. *Curriculum Inquiry*, 15(4), 361-385.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. Croom Helm.
- Ferrandis, I. G., Rubio, J. C. C., Gracia-Berlanga, O. M. y Cedeño, E. F. A. (2020). Contribución de las salidas educativas al cambio de percepción del entorno en la formación del profesorado. *Aula de Encuentro*, 22(1), 111-140.
- García, C. (1986). Análisis de los procesos de pensamiento y toma de decisiones interactivas de profesores de EGB. *Revista Española de Pedagogía*, 44(173), 415-431.
- García, E. L. (2022). Enseñar con metáforas: el mundo natural y el mundo humano como esquemas para el conocimiento de las experiencias cotidianas. *Libro de Actas del 2.º Congreso Caribeño de Investigación Educativa: Nuevos paradigmas y experiencias emergentes* (pp. 301-305). Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU).
- Garzón Barragán, I., Martínez Pérez, L. F., Castro Moreno, J. A., Cárdenas Salgado, F. A., Zapata Castañeda, P. N., Tuay-Sigua, R. N. y Marini Texeira, P. M. (2022). Trayectorias y aportes pedagógicos de la Educación en Ciencias. *Cátedra*, 11.
- Gimeno, J. y Pérez, A. (1988). Pensamiento y acción en el profesor: de los estudios sobre la planificación al pensamiento práctico. *Infancia y aprendizaje*, 42, 37-63.
- Guerra, P. (2009). Revisión de experiencia de reflexión en la formación inicial de docentes. *Estudios pedagógicos*, 35(2), 243-260.
- Hargreaves, A. (1998). Paradojas del cambio: La renovación de la escuela en la era postmoderna. *Kikiriki. Cooperación educativa*, 49, 16-24.
- Ibáñez Coronado, R. y Villasana López, P. E. (2022). Gerencia educativa: procesos de enseñanza aprendizaje para la construcción de conocimiento. *Revista Venezol-*

- lana de Gerencia, 27(Especial 7), 297-312. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.20>
- Korthagen, F. (2001). *Linking practice and theory. The pedagogy of realistic teacher education*. Lawrance Erlbaum.
- Lakoff, G., y Johnson, M. (1999). Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought. *Basic Books*.
- Marcelo, C. (2001). Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento. *Revista complutense de educación*, 12(2), 531.
- Marshall, H. (1990). La metáfora como una herramienta de instrucción para alentar a los estudiantes a reflexionar sobre el maestro. *Teoría a la práctica*, 29(2), 128-132.
- Mellado, L., De la Montaña, J., Luengo, M. y Bermejo, M. (2017). Cambios en las emociones y en las metáforas sobre el rol docente y del alumnado, del futuro profesorado de Ciencias de Secundaria, tras las prácticas de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 486-504.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 289-302. <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n3p289.pdf>
- Melo, L., Caballero, A., Soto, L. y Melo, D. (2020). La dimensión curricular como componente del conocimiento didáctico del contenido. *Cuadernos de pesquisa*, 50(175), 210-233. <https://doi.org/10.1590/198053146526>
- Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Morín, E. (1988). El Método III. *El conocimiento del conocimiento*. Cátedra.
- Mosquera-Suárez, C. J., Alonso, M. X., Marín-Velasco, A. S., Prada-Murcia, L. E., Rincón-Núñez, J. P. y Saldaña-Lozano, L. S. (2021). El conocimiento didáctico del contenido y su impacto en los conocimientos prácticos de los profesores de Ciencias y en la construcción de conocimientos científicos escolares. *Revista científica*, (40), 45-62.
- Ortega, J. M. y Perafán, G.A. (2016). El concepto de tecnología escolar: una construcción de conocimiento profesional específico del profesorado de tecnología e informática. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (40), 19-40. <https://doi.org/10.17227/01203916.6145>
- Ortega, J. M. (2020). El conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK): un análisis a partir de la relación e integración entre el componente tecnológico y conocimiento pedagógico de contenido. *Tecné Episteme y Didaxis*, (47), 249-265.
- Ortega, J. M. (2017). Conocimiento escolar y conocimiento "disciplinar" del profesor: algunas reflexiones sobre la participación del profesor en la construcción y enseñanza del contenido asociado a las disciplinas escolares. *Revista Folios*, 45, 87-102.
- Pabón, D. M. M. (2021). El conocimiento escolar sobre el concepto de sustancia química en relación con el agua en educación primaria: una aproximación al problema. *Tecné, episteme y didaxis: TED*, número extraordinario, 2828-2835.
- Pañagua, L., Martín-Alonso, D., y Blanco, N. (2021). Desarrollo de saberes experienciales y escritura de relatos en la formación docente. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 96(35.2). <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i35.2.87363>
- Perafán, G. A. (2004). *Epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Universidad Pedagógica Nacional.

- Perafán, G. A. (2011). Conocimiento profesional docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas. Instrumentos de investigación: Analytical Scheme. Proyecto de investigación Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2013a). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor (I). *Revista Folios*, 37, 83-93.
- Perafán, G. A. (2013b). El conocimiento profesional docente: caracterización, aspectos metodológicos y desarrollo. Estado de la enseñanza de las ciencias: 2000-2011. Ministerio de Educación Nacional-Universidad del Valle.
- Perafán, G. A. (2015). *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas. El profesorado como productor de conocimiento disciplinar-profesional*. Aula de Humanidades.
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En N. Planas (Ed.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Graó.
- Porlán, A. R., y Rivero, G. A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada.
- Ricoeur, P. (1975): *La métaphore vive*. Editions du Seuil.
- Rodríguez Peralta, J. N. (2023). *Estilos de pensamiento docente, teorías implícitas y modos de enseñanza en educación primaria de Cuenca-Ecuador* [Tesis de Doctorado en Educación]. Universidad Nacional de La Plata.
- Sandí, J. C. y Sanz, C. V. (2018). Revisión y análisis sobre competencias tecnológicas esperadas en el profesorado en Iberoamérica. *Edu-tec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 66, 93-121. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.66.1225>
- Shavelson, R. y Stern, P. (1983). Investigación sobre el pensamiento pedagógico del profesor, sus juicios y decisiones y conductas. En J. Gimeno Sacristán y A. I. Pérez Gómez (Dir.), *La enseñanza: su teoría y su práctica* (pp. 37-63). Akal.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Re-searcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (2005). Pedagogías de firma en las profesiones. *Dédalo*, 134(3), 52-59.
- Stake, R. (1995). Investigación con estudio de casos. Morata.
- Valbuena Ussa, É. O., Correa, M. A. y Amórtegui Cedeño, E. (2012). La enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (31), 67-90.

Forma de citar este artículo

Reina-Reina, M. Y. (2024). Diseño tecnológico escolar como producto del conocimiento profesional del profesor de tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 47-62. <https://doi.org/>

Anexo 1. Formato Protocolo de Observación

Universidad Pedagógica Nacional

Maestría en Educación

Grupo investigación por las aulas colombianas [Invaucol]

Proyecto de investigación

Conocimiento Profesional Docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas.

Instrumentos de investigación

Formato Protocolo de Observación

Investigador	Fecha:	Hora de inicio:
Institución Educativa		Hora final:
Profesor(a):	Edad Entre 20 y 30 ____ Entre 31 y 40 ____ Más de 41 ____	Curso: Grado: Ciclo:
		Intensidad horaria
Experiencia del profesor(a):	No. de alumnos:	Asignatura:
Entre 5 y 10 años ____ Entre 10 y 15 años ____ Más de 15 años ____		
Temas asociados	Estrategias pedagógicas:	Recursos:
ΘA = Conocimiento Profesional Docente Específico del profesor (X) asociado a la noción (n)		
Registro de episodios ($Ep_1, Ep_2, \dots, Ep_n$) de clase asociados a ΘA	Identificación de episodios asociados a $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$	Descripción Tipo: $Ep_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in Y_n$ y $Y_n \in \theta A$ ¿Por qué $Ep_n \in \theta_n$?
1		
2		
3		
4		
5		

Anexo 2. Analytical Scheme

CATEGORÍA	ARGUMENTO	DESPLIEGUE DEL ARGUMENTO
Tipos de saberes que conforman el discurso del profesor en relación con la producción de la noción de Diseño Tecnológico.	ARG1: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in YE_n$ y $YE_n \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$	ARG1.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in YE_1$ y $YE_1 \in (\Theta A)$ ARG1.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in YE_2$ y $YE_2 \in (\Theta A)$ ARG1.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in YE_3$ y $YE_3 \in (\Theta A)$ ARG1.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in YE_4$ y $YE_4 \in (\Theta A)$
Acción Intencionada Discursiva del Maestro dirigida a sujetos AIDM→S.	ARG2: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow YE_n \in \theta_n$ y $YE_n \in AIDM \rightarrow S$.	ARG2.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow YE_1 \in \theta_1$ y $YE_1 \in AIDM \rightarrow S$ ARG2.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow YE_2 \in \theta_2$ y $YE_2 \in AIDM \rightarrow S$ ARG2.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow YE_3 \in \theta_3$ y $YE_3 \in AIDM \rightarrow S$ ARG2.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow YE_4 \in \theta_4$ y $YE_4 \in AIDM \rightarrow S$
Estatuto Epistemológico Fundante	ARG3: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in YE_n$ y YE_n (es causado por) Eef_n .	ARG3.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in YE_1$ y YE_1 (es causado por) Td ARG3.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in YE_2$ y YE_2 (es causado por) Pp ARG3.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in YE_3$ y YE_3 (es causado por) Cci ARG3.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in YE_4$ y YE_4 (es causado por) Hv
Carácter Consciente o Inconsciente del Saber	ARG4: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in YE_n$ y $YE_n \in C_n S$	ARG4.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in YE_1$ y $YE_1 \in Sext$ ARG4.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in YE_2$ y $YE_2 \in Sexp$ ARG4.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in YE_3$ y $YE_3 \in Sinet$ ARG4.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in YE_4$ y $YE_4 \in Simr$ ARG4.5: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in YE_4$ y $YE_4 \in Sim-r$

Nota 1. Fuente: tomado y rediseñado de Perafán (2011)

Nota 2: YE corresponde a los saberes cognitivo-emocionales (académicos, experienciales, teorías implícitas y guiones y rutinas); ΘA es el caso en cuestión (Profesor); AIDM→S: acción discursiva del profesor dirigida a sujetos estudiantes; Td: transposición didáctica; Pp: práctica profesional; Hv: historia de vida; Cci: campo cultural institucional; Sext: saber explícito; Simr: saber implícito.



Conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología en maestros colombianos y sus tendencias

- Didactic knowledge of biotechnology content in Colombian teachers and its tendencies
- Conhecimento didático do conteúdo de biotecnologia em professores colombianos e suas tendências

Resumen

Dado que la sociedad está inmersa en desarrollos biotecnológicos, estos son abordados en la escuela, lugar en donde interviene el maestro. El objetivo de la investigación fue analizar, en cuatro maestros de ciencias naturales, que laboran en instituciones educativas de Bogotá, Colombia, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de la biotecnología y sus tendencias. Para esto, se emplearon las herramientas de Representaciones del Contenido y los Repertorios de Experiencia Profesional. Los resultados muestran cómo interactúan, entre sí, los diferentes componentes del CDC, y su implicación en los procesos de enseñanza, así como las tendencias entre los maestros que incluyen la biotecnología en su quehacer. Con la investigación, se pretende contribuir al campo de la didáctica de la biotecnología, al considerar diferentes experiencias desde una mirada más holística y, de esta manera, avanzar en el conocimiento y comprensión desde la perspectiva del profesorado y su práctica docente.

Palabras clave

biotecnología; conocimiento didáctico del contenido; enseñanza; repertorios de experiencia profesional; representaciones del contenido

Abstract

Society is immersed in biotechnological developments, which is why they are addressed at school and it is precisely there where the teacher intervenes. The objective of the research was to analyze the Didactic Content Knowledge (CDC) of biotechnology and its tendencies in four natural science teachers working in educational institutions in Bogotá-Colombia. For this purpose, the tools Content Representations and Professional Experience Repertoires were used. The results show how the different components of the CDC interact with each other and their implication in the teaching processes as well as the tendencies among teachers who include biotechnology in their work. The research aims to contribute to the field of biotechnology didactics by considering different experiences from

Silvia Gómez-Daza* 

Jimmy Alexander Fúquene-Bárcenas** 

Angie Paola Hernández-Manosalva*** 

Elizabeth Andrea Triana-Luengas**** 

* Magíster en Microbiología. Profesora Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Coordinadora de la línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación de la UPN. sgomezdz@pedagogica.edu.co.

** Magíster en Pedagogía, Profesor de Biología y Educación Ambiental del Instituto Pedagógico Nacional (IPN). jfuquene@pedagogica.edu.co.

*** Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional, asesora de Aprendizaje interactivo SAS. aphernandezm@upn.edu.co.

**** Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Docente de la Fundación Inti Huasi. eatrinal@upn.edu.co.



a more holistic viewpoint, thus advancing knowledge and understanding from the perspective of teachers and their teaching practice.

Keywords

biotechnology; didactic content knowledge; teaching; repertoires of professional experience; content representations

Resumo

A sociedade está imersa em desenvolvimentos biotecnológicos, razão pela qual eles são abordados na escola e é justamente lá que o professor intervém. O objetivo da pesquisa era analisar o Conhecimento de Conteúdo Didático (CDC) da biotecnologia e suas tendências em quatro professores de ciências naturais trabalhando em instituições educacionais em Bogotá-Colômbia. Para este fim, foram utilizadas as ferramentas Representações de Conteúdo e Repertórios de Experiência Profissional. Os resultados mostram como os diferentes componentes do CDC interagem entre si e suas implicações nos processos de ensino, bem como as tendências entre os professores que incluem a biotecnologia em seu trabalho. A pesquisa tem por objetivo contribuir para o campo da didática da biotecnologia, considerando diferentes experiências de um ponto de vista mais holístico, avançando assim o conhecimento e a compreensão a partir da perspectiva dos professores e de sua prática de ensino.

Palavras-chave

biotecnologia; conhecimento de conteúdo didático; ensino; repertórios de experiência profissional; representações de conteúdo

Introducción

La Biotecnología ha realizado aportes a la sociedad y transformaciones en diversos campos como el agropecuario, médico, industrial, económico y ambiental, entre otros, lo cual ha cambiado la manera de percibir el mundo. Globalmente, coexisten propuestas para introducir la biotecnología en diferentes niveles de educación, por diversos motivos: 1) formar ciudadanos críticos que participen y tomen decisiones con argumentos en los debates socio-científicos; 2) desarrollar en los individuos habilidades y competencias científicas, profesionales o empresariales; 3) generar conocimiento y; 4) mejorar la calidad de vida y producción de bienes y servicios, utilizando distintas estrategias, entre las que se destacan las prácticas de laboratorio, charlas por parte de especialistas, debates, las TIC y proyectos escolares (Espinel, 2015; Ocelli *et al.*, 2018).

Sin embargo, existen pocos estudios focalizados en las implicaciones didácticas del abordaje de la biotecnología, particularmente en el campo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de Biotecnología, en maestros de ciencias que están asumiendo su enseñanza, lo que impide avanzar en una comprensión holística desde la visión del profesorado, y su práctica docente y cómo estas afectan en el aprendizaje de los estudiantes (Espinel, 2020).

En atención a lo anterior, esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de analizar las prácticas de enseñanza de la biotecnología realizadas por cuatro maestros de ciencias naturales de algunas instituciones educativas de Bogotá, Colombia, desde la perspectiva del CDC.

Antecedentes

La Biotecnología es un área del conocimiento con un gran impacto en la sociedad y el

ambiente. No obstante, el uso de contenidos escolares asociados a la Biotecnología se encuentra un tanto reducido, teniendo en cuenta los múltiples escenarios de participación de ella en la vida cotidiana de las personas (Espinel, 2020) y sus implicaciones educativas o socio-científicas.

Es importante centrar la mirada en el maestro, quien es el artífice de los diversos procesos de enseñanza de las ciencias en el aula, incluyendo la delimitación, secuenciación y organización de los contenidos que se han de trabajar con los estudiantes (Roa, 2011). Este acercamiento a la enseñanza de la Biotecnología, desde la mirada de los maestros, implica reconocer el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) que estos tienen acerca de la Biotecnología, pues son esos saberes los que constituyen la base para la enseñanza y el anclaje de estos contenidos en la escuela.

Las investigaciones sobre el CDC en biotecnología son pocas, se refieren al estudio de la puesta en práctica de planes en Biotecnología basados en literatura primaria adaptada — APL, por sus siglas en inglés— y los factores que influyen y son influidos por ellos (Falk *et al.*, 2008), el análisis del perfil conceptual de maestros y algunas características del conocimiento pedagógico del contenido de biotecnología de maestros exitosos (Garritz y Velázquez, 2009). El estudio del conocimiento de las concepciones de los estudiantes, con respecto a la velocidad específica de crecimiento microbiano, aportando elementos que permiten organizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo al CDC (Mauro *et al.*, 2012), la caracterización de este y el Conocimiento sobre la Biotecnología de maestros para comprender integralmente el Conocimiento Profesional del Profesor de Biotecnología (Espinel, 2020); además del mapa del CDC de una maestra para conocer

sus relaciones entre los componentes constitutivos, aportando a las investigaciones en este campo (Espinel *et al.*, 2021)

Marco conceptual

La Biotecnología y su enseñanza

La Biotecnología, como campo epistémico y escenario en constante construcción de conocimiento científico, se convierte en uno de los tópicos relevantes para llevar a la educación y potenciar la formación de sujetos en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias. Desde su infinidad de aplicaciones y conceptos biológicos, propios y universales, se hace de vital importancia llevar a la práctica y trabajo constante la presencia de la Biotecnología en dinámicas educativas de todo nivel de escolarización. De esta manera, se resaltan aspectos relevantes dentro de la educación utilizando la Biotecnología como: 1) alternativa no convencional para educar en ciencias, 2) alternativa de enseñanza para abordar conceptos en la escuela, 3) ejercicio óptimo para el desarrollo de habilidades científicas, 4) desarrollo de la gestión de proyectos investigativos en ciencias, 5) una manera de exponer la utilidad y la funcionalidad del conocimiento científico en la vida de todos, 6) escenario para alfabetización científica (Valbuena, 1998; Espinel, 2015; Varo, 2018; Ocelli *et al.*, 2018; Roa y Valbuena 2019; Espinel, 2020). Sin embargo, es necesario contextualizar los contenidos en Biotecnología para que los estudiantes mejoren su aprendizaje.

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de maestros que enseñan ciencias y Biotecnología

El CDC hace referencia al conocimiento necesario para convertir los contenidos disciplinares en contenidos “enseñables y “aprendibles”, facilitando su aprendizaje. En la investigación sobre el CDC del profesor, se generan diversas conceptualizaciones y, en este sentido, de acuerdo con el modelo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999), la representación del CDC se focaliza en cinco componentes: 1) Orientaciones para la enseñanza de la Ciencia, 2) conocimiento del currículum, 3) conocimiento del aprendizaje de los alumnos, 4) conocimiento sobre la evaluación de los aprendizajes y 5) conocimiento sobre las estrategias de enseñanza.

Buscando comprender la interacción entre los componentes del CDC, surge el modelo de Park y Oliver (2008), quienes toman como referente conceptual el modelo de Magnusson *et al.* (1999), y afirman que, para que este pueda ser eficaz, se requiere la integración entre los componentes de manera compleja y permanente con reflexiones en y sobre la acción. No obstante, otras propuestas en el estudio del CDC integran conocimientos específicos, como el metacientífico, psicopedagógico y del contexto (Mora y Parga, 2014), lo que aporta desde perspectivas de la complejidad al estudio del CDC del profesorado de ciencias.

En lo que se refiere a la investigación en el CDC en biotecnología, existen estudios como los de Moreland *et al.* (2006), que analizan la experiencia exitosa de una maestra al ofrecer de manera planificada experiencias de aprendizaje, destacan las características del PCK que los profesores eficaces ponen en juego al enseñar esta área interdisciplinar; el de Falk *et al.* (2008), donde caracterizan profesores que implementan un plan de estudios basado en APL en biotecnología, y evidencian que la compleja interacción entre conocimientos pedagógicos de profesores sobre el contenido, el género del APL y el contenido del plan de estudios determinan el quehacer del maestro y los resultados en el aula. Por otra parte, Garritz y Velázquez (2009) caracterizan epistemológicamente a maestros por medio del modelo de perfil conceptual de Mortimer para averiguar conocimientos relacionados a la enseñanza de la biotecnología mostrando diferentes expresiones y maneras de pensar que permiten dar elementos para debatir sobre las formas de enseñarla.

En otras investigaciones, Mauro *et al.* (2012) consideran que el conocimiento de las concepciones de los estudiantes podría contribuir a que los docentes diseñen acciones encaminadas a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, nutriendo así su CDC. También muestran la importancia de la reflexión del maestro sobre su práctica. Espinel (2020), desde una perspectiva progresiva y flexible, propone una Hipótesis de Progresión que favorece orientar y comprender procesos de transformación del CDC de maestros que enseñan Biotecnología, mientras que Espinel *et al.* (2021) presentan el mapa del CDC de

una maestra aportando a las investigaciones en este campo.

Metodología

Esta investigación se enmarca en la hermenéutica interpretativa, puesto que busca entender la realidad de los individuos involucrados, cuyas acciones influyen en la práctica. Además permite reconocer la complejidad de las prácticas que emergen en el contexto educativo (Barrero *et al.*, 2011).

La estrategia metodológica empleada fue el estudio de caso, que busca profundizar un fenómeno contemporáneo en su contexto real (Yin, 2009). Se aborda desde el análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido de maestros que enseñan temáticas asociadas a la Biotecnología (campo poco explorado). Los cuatro participantes se constituyen en una muestra representativa, ya que cumplen con los siguientes criterios de selección: formación académica (licenciados(as) en biología con estudios de maestría o especialización en educación), experiencia docente (más de 15 años), experiencia enseñando contenidos biotecnológicos (más de 7 años) y participación en eventos formativos e investigativos, en relación con la biotecnología y sus diversos campos de aplicación. Por otra parte, según González (2013), este estudio de caso tiene la característica de ser múltiple, ya que aborda un mismo fenómeno a partir de diferentes perspectivas que convergen y logran darle sustento. Se añade que, para garantizar la confidencialidad de los datos de los maestros participantes, se utilizaron pseudónimos, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Perfil general de los maestros participantes

Pseudónimo (código)	Experiencia docente (Años)	Experiencia enseñando contenidos biotecnológicos (Años)	Tipo de Colegio	Incorporación de la Biotecnología en el aula
Pablo (P1)	35	10	Oficial	Se trabaja en función del criterio y autonomía del docente
Marcela (P2)	28	7	Oficial	Énfasis en Biotecnología
Diana (P3)	15	12	Oficial	Énfasis en Biotecnología
Patricia (P4)	29	20	Privado	Semillero de Biotecnología

Fuente: elaboración propia.

Para conocer las prácticas de los profesores enmarcadas en el CDC, se emplearon las herramientas: Representación del Contenido (CoRe) y Repertorios de Experiencia Profesional (PaP-eRs). El CoRe es una entrevista semiestructura con preguntas que permiten extraer de los maestros ideas centrales sobre los propósitos, los contenidos enseñados y criterios de escogencia, los estudiantes, las estrategias de enseñanza y la evaluación. La entrevista, validada por expertos, contiene 16 preguntas (anexo 1), las cuales, desde la 3 hasta la 8, hacen referencia al componente currículo; sin embargo, se trabajaron como conocimiento de contenidos en y sobre biotecnología, y fuentes y criterios para la selección de contenidos, para poder profundizar en estos elementos. Las entrevistas fueron realizadas a través de *Teams*, con una duración promedio de hora y media. Fueron grabadas y luego transcritas. Los PaP-eRs constituyen narraciones propias y representan el pensamiento y las acciones de un maestro en la enseñanza de un contenido específico (Loughran et al., 2001; Candela y Viafara, 2014). Se diseñaron e implementaron 3 PaP-eRs (anexo 2).

La información obtenida de cada maestro al utilizar las herramientas CoRe y PaP-eRs fue sometida a un análisis de contenido (Andreú, 2002). El tratamiento de datos se abordó con el siguiente proceso: codificación, categorización, análisis e interpretación. Las categorías de análisis corresponden a: Propósitos de enseñanza (PE), Conocimiento de Contenidos en y sobre Biotecnología (CCB), Conocimiento de las Fuentes y Criterios para Selección de Contenidos (FCSC), Conocimientos de Estrategias con las cuales se Desarrollan Contenidos (EDC), Conocimiento de la Evaluación de los contenidos (EC), Conocimiento de los Estudiantes (EST) y Conocimiento de Recursos (REC). Este último surgió de las respuestas de los maestros. Las unidades de información para su análisis e interpretación hacen referencia a fragmentos expresados durante el CoRe o PaP-eRs, y muestran la presencia de dos o más categorías del CDC. El software Atlas-ti 7.0 fue empleado para determinar las relaciones entre los componentes, y construir los mapas de CDC de los participantes. Para esto, se contabilizó el número de vínculos y su porcentaje entre el componente de origen y de destino, conectadas con una flecha roja, cuya punta indica la dirección de la conexión, y con flechas negras, en el caso de las asociaciones entre componentes. Además, entre paréntesis se ubicó el número de vínculos entre componentes. En el mapeo se empleó el

modelo de Park y Oliver (2008), con excepción del componente de autoeficacia. Además, se incluyó el componente recursos.

Resultados y análisis

Las herramientas CoRe y PaP-eRs permitieron valorar el desarrollo del CDC de la biotecnología de los maestros para comprender a grandes rasgos las decisiones que toman en relación con el contenido, los estudiantes y su práctica docente; así como también los posicionamientos epistemológicos que sustentan. En consecuencia, esta sección se organizó en dos apartados, los cuales responden al objetivo planteado.

Mapa del CDC de cada maestro

Mapa del CDC de Pablo (P1)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Pablo es $n=80$, el cual se muestra en la figura 1. Para P1, el EDC es el componente que más rela-

ciones (puntos de origen y destino) establece con los otros, siendo punto destino de CCB (28,75%) y FCSC (17,5%) y punto de partida de EST (18,75%) y REC (3,75%). Este último, también asociado con los estudiantes.

Por lo anterior, el conocimiento de las estrategias es el componente que integra a los demás, coincidiendo con lo encontrado por Espinel (2021). Un ejemplo es la relación entre Estudiantes, Fuentes, Contenido y Estrategias, cuando, en una de las respuestas del CoRe dijo:

Una, es la argumentación coherente, entonces cuando un estudiante lee, lee una o dos fuentes, uno le dice analíceme el texto y dígame qué entendió de eso y el chino dice no pues que ahí hacen clonación, no, pero busque otros niveles de comprensión en la argumentación, cuénteme, siéntese aquí al lado mío y hableme durante un minuto ¿usted leyó el artículo? Si, y qué hemos dicho que a los artículos toca hacerles, ah profe, toca sacar las ideas principales, las secundarias.

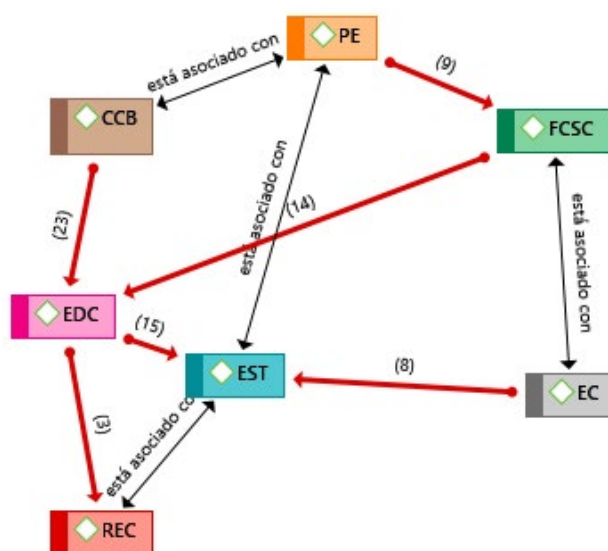


Figura 1. Relación entre componentes del mapa del CDC de P1. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Para P1, el CCB y el EST siguen en importancia por las conexiones que presenta su mapa. Además de lo mencionado anteriormente, los CCB están asociados con interdependencia con los PE, y, estos a su vez, con el EST. Los Propósitos de enseñanza son punto de origen de las FCSC (11,25%), los cuales están asociados con el EC, que, a su vez, es punto de origen del est (10%). Los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas por P1 al igual que P2, P3 y P4.

Mapa del CDC de Marcela (P2)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Marcela es $n=91$, el cual se muestra en la figura 2.

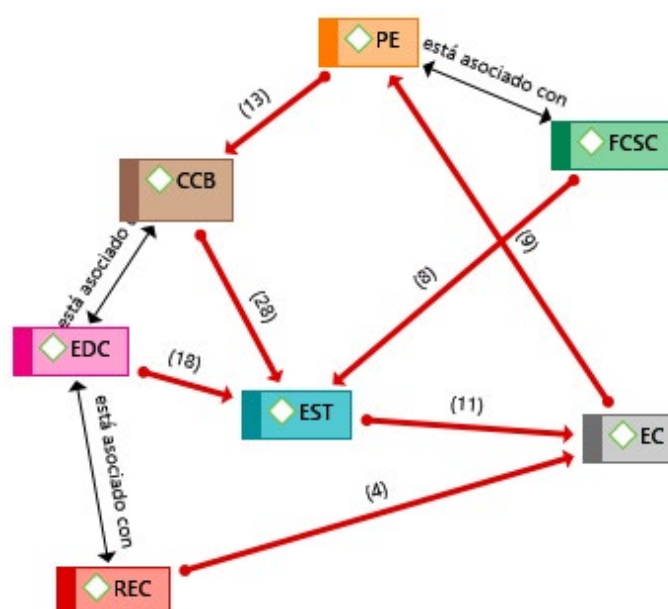


Figura 2. Relación entre componentes del mapa del CDC de P2. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Para Marcela, el conocimiento de los estudiantes (EST) es el componente que más relaciones presenta, convirtiéndose en el eje articulador de su práctica pedagógica, coincidiendo con lo planteado por Ravanal y López (2016). Este es el punto de destino de las EDC (19,7%), las FCSC (9,74%) y el CCB (30,76%), así como punto de origen de EC (12,08%). Este último es punto de origen de los PE (9,08%), a su vez fuertemente asociados con las FCSC, y es punto de origen del CCB (14,28%).

En las respuestas del CoRe de Marcela, se evidencia la relación entre Estudiantes, Contenido, Fuentes y Criterio: “por ejemplo, es transgénicos, clonación, entonces uno empieza a tomar esos temas de interés de ellos y los empezamos

a revisar a la luz de los estándares o del plan de estudios”.

Para Marcela sigue en importancia el componente contenido (CCB), debido a que, en su mapa se presenta relaciones con las estrategias, los propósitos de enseñanza y los estudiantes y, este último, a su vez, con las fuentes y criterios de selección de contenidos (15,38%). También, los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas y la evaluación realizada por la maestra al igual que P3 y P4.

Mapa del CDC de Diana (P3)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de

Diana es $n=75$, el cual se muestra en la figura 3. Para Diana, el conocimiento del contenido (CCB) es el referente para el que-hacer en el aula; es punto de origen para los PE (36%), el cual, a su vez, es destino de EST (13%) y de EC (9,3%). El conocimiento de los estudiantes también es punto de origen para CCB (16%) y EDC (12%) y destino de FCSC (8%). Por otro lado, EDC presenta interdependencia con CCB y REC. Estos, a su vez, permiten ser punto de destino de ec (5,3%), la cual presenta asociación directa con fcsc. Los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas y la evaluación realizada por la maestra al igual que P2 y P4.

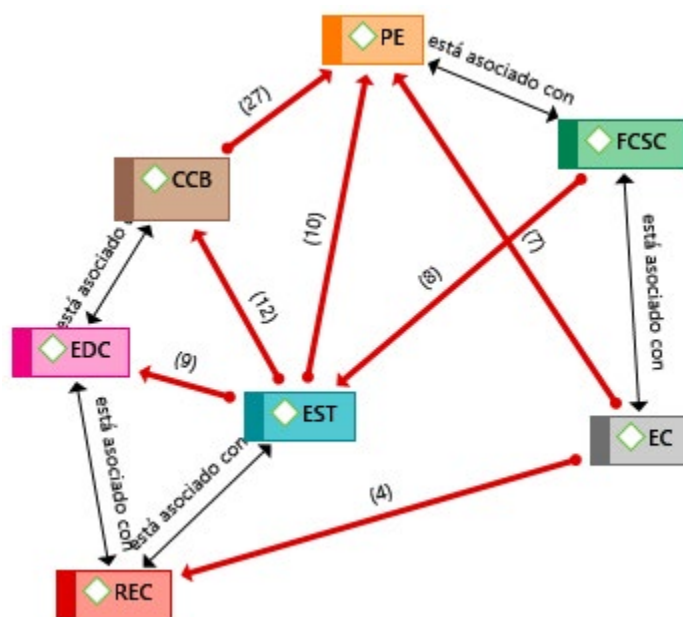
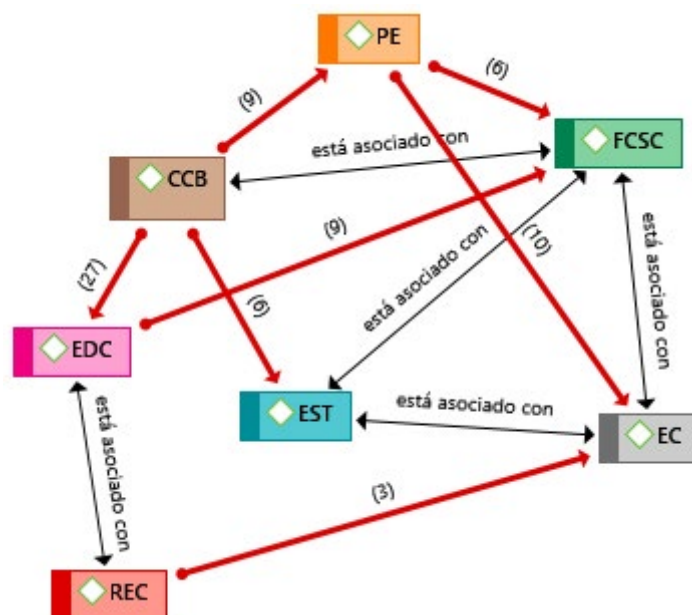


Figura 3. Relación entre componentes del mapa del CDC P3. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

En las respuestas del CoRe del CDC de Diana, se evidencia la relación entre Contenido, Fuentes y Propósito con afirmaciones como: “a partir de nuestro plan de estudios, buscamos experiencias de laboratorio que acerquen a nuestros estudiantes a la biotecnología, y, pues también de paso, fortalecemos todo lo que tiene que ver con ese pensamiento científico”

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Patricia es $n=70$, el cual se evidencia en la figura 4. El conocimiento del contenido (CCB) es el componente integrador por sus relaciones con los demás componentes, siendo punto de origen de varios destinos como el EDC (38,57%) y los PE (12,85%) donde ese último a su vez, tiene como destino FCSC (8,57%) y ella es destino de EDC (12,85%). Además, CCB es punto de origen de EST (8,57%), que también está asociado con FCSC y EC, con los cuales se presenta una interdependencia mostrando la importancia que el maestro le confiere al conocer a sus estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

Los componentes CCB y FCSC hacen parte del conocimiento del currículo, siendo el dominio que más se vincula (punto de origen y destino) con los otros componentes del CDC de P4, coincidiendo con P3 de este estudio y Park y Chen (2012). Se infiere que es el punto de referencia de su actuar en el aula. El conocimiento de las estrategias como destino tiene gran importancia después del componente currículo debido a que le permite enseñar los contenidos en y sobre biotecnología; además, es punto de origen para el FCSC, y se presentan de manera interdependiente con los recursos.

Se evidencia la relación entre Estudiante, Contenidos y Estrategias con el fragmento de su reflexión (PaPer 2) cuando menciona que su clase fue buena, “porque los estudiantes participan activamente en el diseño, implementación y socialización de los proyectos de investigación escolar con cultivo de tejidos vegetales que surgen de sus intereses”.

Como ya se hizo notar, en los mapas del Conocimiento Didáctico del Contenido de la biotecnología de cada maestro, desde una perspectiva más holística, se evidencian las interacciones entre sus componentes y el que, de ellos, ejerce un papel articulador durante su quehacer. Por tanto, el CDC es una construcción propia del profesor, y surge de la relación de varios saberes: disciplinarios, curriculares y experienciales. La reunión de estos forma parte del saber pedagógico que cada maestro va construyendo. Se puede adicionar la lectura del contexto (que se afina a través de la experiencia) y la autorreflexión (Cazares, 2012). Esta agrupación de saberes no solo constituye al maestro como sujeto en constante aprendizaje, sino que se hace evidente a través de las relaciones que estos establecen cuando enseñan biotecnología, cuyos contenidos son necesarios para una formación integral, porque permiten formar ciudadanos críticos, desarrollar habilidades y

competencias, generar conocimiento, mejorar la calidad de vida y producción de bienes y servicios (Espinell, 2015; Ocelli *et al.*, 2018), así, como también, por sus impactos e implicaciones en campos como el agropecuario, salud, industrial, ambiental, entre otros.

En esta investigación se observa que los maestros establecen múltiples relaciones entre todos los componentes que constituyen el CDC. Probablemente sea así porque superaron la fase de “estabilización o consolidación” propuesta por Tardif, quien afirma que el tiempo y los sucesos ocurridos durante los primeros siete años de experiencia laboral se caracterizan por generar mayor confianza en sí mismos, en su dominio pedagógico, en la identificación de dificultades de aprendizaje de sus estudiantes, así como en la búsqueda de un equilibrio en cuanto a sus saberes y su quehacer profesional (2009, p. 63). En palabras de Garnica y Roa, “el conocimiento experiencial del profesor le permite introducir un repertorio de actividades que probablemente mejoren el desempeño en el aula de clase [...], evidencia que han ganado experiencia frente a sus habilidades y destrezas en este campo” (2012, p. 69). Llegando a este punto, se infiere que los conocimientos experienciales (profesional, pedagógico y didáctico), disciplinares y curriculares están implicados en los procesos de enseñanza, por lo que inciden en el aprendizaje de los estudiantes (Loughran, 2001).

Relaciones entre los cuatro profesores que enseñan Biotecnología

En cuanto a las comprensiones sobre qué es la biotecnología, dadas por los profesores (tabla 2), se evidencia su diversidad, reflejándose la polisemia del concepto. En consonancia con Espinell, “no solamente no hay un consenso en cuanto al concepto y la

categorización de la Biotecnología en la literatura, sino que este término está relacionado más con sus usos y aplicaciones que con el desarrollo de nuevo conocimiento científico” (200, p. 116). Por otra parte, en cuanto a las finalidades y las implicaciones (tabla 2), los maestros se debaten entre una concepción de Biotecnología pensada para la enseñanza y una abordada desde el campo netamente científico. Es así como van construyendo nuevos acercamientos de estos contenidos a sus aulas de clase y van transformando sus saberes.

Tabla 2. Conocimiento del contenido sobre biotecnología de los maestros

	Pablo	Marcela	Diana	Patricia
Definición de la biotecnología	Tecnología	Disciplina	Aplicación tecnológica / interdisciplina	Ciencia interdisciplinaria
Finalidades de la biotecnología	Mejorar las condiciones y la calidad de vida	Desarrollo de análisis, argumentación y resolución de problemas	Aplicación de herramientas tecnológicas y avances científicos / Acercar a los estudiantes hacia un conocimiento más complejo de las Ciencias Naturales	Mejorar la calidad de vida de las personas y conservar especies en vía de extinción / Resolución de problemas de Orden científicos
Implicaciones de la biotecnología	Discusiones éticas	Pedagógicas / la Biotecnología está al alcance de todas las personas	Pedagógicas / Integración de saberes, reflexiones sociales / múltiples escenarios	Desarrollo de habilidades en los estudiantes

Fuente: elaboración propia.

En relación con los contenidos de enseñanza, los maestros abordan conceptuales, procedimentales y actitudinales (Coll *et al.*, 1994). Los contenidos conceptuales de tipo factual se caracterizaron por ser intencionados y presentados a manera de conceptos estructurantes: Transgénicos, Vacunas, Clonación, Fermentación, Medios de Cultivo, Cultivo de tejidos *in vitro*, Manipulación Genética, Biodiversidad —Semillas, Clasificación de la Biotecnología, Biotecnología Industrial, Microbiología y Biorremediación—; muchos de ellos coinciden con los encontrados por Ocelli *et al.* (2018).

Por otra parte, los contenidos conceptuales que se orientan hacia la enseñanza de sistemas o relaciones conceptuales se caracterizaron por construir múltiples relaciones entre ellos. Por ejemplo, la relación entre conceptos; entre el concepto y la cotidianidad de los estudiantes; entre el concepto y el nivel de desarrollo del pensamiento científico; entre el concepto y sus miradas interdisciplinarias; así como entre los conceptos y los propósitos de enseñanza. En algunos casos, las relaciones establecieron patrones jerárquicos para la enseñanza de sistemas conceptuales cada vez más complejos para los estudiantes y más exigentes para los maestros.

Los contenidos procedimentales se enfocan en el desarrollo de habilidades, tanto cognitivas como concretas, por parte de los estudiantes. Entre los más destacados estuvieron: Prácticas de Laboratorio, Elaboración de informes,

Experimentación, Proyectos de investigación escolar, Manejo del lenguaje Científico, Mapa Mental y Formulación de preguntas. En adición los contenidos actitudinales fueron diversos y muy numerosos; entre ellos se destacan: el Desarrollo de la Capacidad Argumentativa, Fortalecimiento del pensamiento Crítico, Pensamiento científico, Motivación, Desarrollo del pensamiento ambiental y el Trabajo Colaborativo. Estos permiten que los estudiantes reconozcan, entre otros, las relaciones presentes entre la Ciencia y la Tecnología a través de la enseñanza de la Biotecnología (Espinel, 2020).

Como aspecto emergente de los contenidos de enseñanza, ellos afirman que los contenidos de biotecnología deben ser “dinámicos” y atender aspectos que respondan a la “definición y aplicación de la Biotecnología” pues se caracterizan por ser “actualizados”. En una menor proporción, también concuerdan en la “asociación de los contenidos con la bioética”, la “interdisciplinariedad” y la intención de reconocerlos desde una mirada “histórica” para trabajarlas en el aula.

Para todos los maestros, en cuanto a las relaciones presentes entre los propósitos y los contenidos de enseñanza, se encuentra que los propósitos “educativos” son infaltables en la delimitación de sus contenidos. Asimismo, coinciden en la intención de “relación entre el conocimiento científico y su aplicación en contexto”, “desarrollar habilidades y competencias”, a la vez que en el “desarrollo de la capacidad argumentativa”; este último se caracterizó no solo por ser un propósito para la enseñanza de contenidos biotecnológicos, sino que, a su vez, forma parte de las propuestas curriculares y de desarrollo actitudinal que plantean los maestros. Entre los propósitos que presentaron coincidencias en tres de los cuatro maestros, se encuentran aquellos que buscan el “fortalecimiento del pensamiento científico”, “aprendizaje en contexto”, la “formación interdisciplinar” y la parte “investigativa”. De acuerdo con lo anterior, se encuentra que, aunque se comparten propósitos, estos no necesariamente los van a llevar a elegir los mismos contenidos de enseñanza, pues los propósitos actúan más como una guía que como un esquema rígido, coincidiendo con Espinel al mencionar que “para los profesores es propósito de la enseñanza de la Biotecnología articular los contenidos de enseñanza con los proyectos de vida de los estudiantes, en cuanto a su formación profesional o como opción laboral” (2020, p. 471).

Entre los criterios para la selección de los contenidos encontramos la malla curricular de las instituciones, contenidos actualizados, la interdisciplinariedad y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Además, algunos tienen presente los lineamientos curriculares y los Derechos Básicos de Aprendizaje del MEN, en donde se encuentran los contenidos programáticos de biotecnología de manera implícita. Mientras que las fuentes empleadas son diversas, podemos encontrar en común las siguientes: fuentes investigativas, documentos con contenidos actualizados, textos y herramientas tecnológicas. Además, algunos utilizan los intereses de los estudiantes, guías, metabuscadores, materiales con vocabulario accesible a los estudiantes. De acuerdo con Espinel (2020), es necesario que los estudiantes tengan una construcción de un saber situado.

Las estrategias para la enseñanza de los contenidos de biotecnología, empleadas por los maestros, se presentan en la tabla 3. De estas, muchas coinciden con las reportadas por Occelli *et al.*, (2018), Espinel (2020) y Gómez (2021).

Tabla 3. Relaciones de las estrategias de enseñanza empleadas por los maestros

Componente	Categoría	Coincidencias
Estrategias de Enseñanza	Prácticas de laboratorio	P1, P2, P3, P4
	TIC	P1, P2, P4
	Trabajo en grupo	P1, P2, P3
	Proyectos de investigación escolar	P2, P3, P4
	Guías	P1, P2, P3
	Trabajo individual	P1, P2, P4
	Diagnóstico de ideas previas	P1, P2, P3
	Mapas mentales y/o conceptuales	P1, P3
	Juego de roles	P2, P3
	Debates	P1, P2
	Buenas preguntas	P1, P3
	Intereses de ellos estudiantes	P2, P3

Fuente: elaboración propia.

Los maestros mencionan que entre los requerimientos para el aprendizaje se encuentran que los estudiantes prefieren los trabajos prácticos, lo cual concuerda con lo planteado por Vargas *et al.* (2016) al mencionar que las prácticas se constituyen como un método adecuado para la interrelación entre los contenidos teóricos y los prácticos, permitiéndole a los alumnos ser parte de un procedimiento científico, a partir de la formulación de hipótesis, del trabajo en equipo y el diseño de experimentos. Además, prefieren trabajar desde los temas que les gusta e interesa, Marchesi (2020) resalta que el interés favorece la motivación pues se activan procesos cognitivos que permiten mejorar el aprendizaje.

Entre las dificultades que los maestros encuentran en algunos de sus estudiantes están: la fragmentación del conocimiento, el olvido de contenidos, la falta argumentación y de rigurosidad en el trabajo, el desinterés por el trabajo de manera remota, el limitado lenguaje científico, una lectura superficial y desmotivación. Además, presentan errores conceptuales en relación con la biotecnología, por ejemplo, que “ella es ajena a la vida cotidiana”, “solo se relaciona con la biología”, “ella es solo laboratorio” y “hay ideas erróneas e imaginarios conceptuales equivocados. En palabras de Cubero, “los errores conceptuales son identificados como conocimientos que se adquieren a través de fuentes no especializadas, en ese caso se refiere a aspectos como “las interacciones con otros o los medios de comunicación” (1994, p. 35).

En cuanto a la evaluación, esta se considera un proceso continuo que tiene la intención de reconocer qué aspectos pueden mejorarse para ayudarle al estudiante a que construya conocimientos, a la vez que a desarrollar múltiples habilidades o competencias, así como la formación integral para la vida. Los maestros emplean diversos tipos: la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, pues consideran que son necesarias y complementarias para una valoración global, la cual permite conocer lo que está ocurriendo en el proceso de aprendizaje de

los estudiantes (Fernández y Vanga, 2015). Sin embargo, la más empleada es la heteroevaluación. Es una tendencia evaluar el manejo de los contenidos biotecnológicos por parte de los estudiantes, así como las habilidades y competencias desarrolladas durante el aprendizaje de contenidos. Además, evaluar el desarrollo de los proyectos de investigación escolar, la rigurosidad que mantienen durante la ejecución de las diferentes estrategias empleadas, la participación en grupos de trabajo, actitud y compromiso con su proceso de aprendizaje, apropiación de los conceptos biotecnológicos y la argumentación de los diversos contenidos programáticos de biotecnología.

Es importante mencionar que la investigación se realizó en el marco de la pandemia por COVID-19, lo cual condujo a algunas limitaciones como: 1) el PaPer 1 se realizó de manera virtual, condicionando el desarrollo natural de una clase como. Algunos ejemplos: poca participación voluntaria, reducida interacción entre los estudiantes, restricción de algunas actividades y recursos educativos, dificultad para observar actitudes y expresiones durante la clase, entre otros. 2) Aumento de la carga laboral, generado por el trabajo remoto, lo que redujo el tiempo de los maestros para participar en la investigación. En adición, como las investigaciones en CDC del profesorado en Biotecnología son incipientes, hubo dificultad para la construcción de la fundamentación teórica y los análisis de los resultados.

Conclusiones

De acuerdo con lo presentado, el contenido capturado con el CoRe y PaP-eRs permitió valorar el desarrollo del CDC de los maestros, mostrando, a grandes rasgos, las acciones que toman al enseñar biotecnología.

La relación entre los componentes del CDC de cada maestro es diferente. Aquella se

transforma a través de la experiencia y está ligada a su práctica pedagógica. El conocimiento del currículo, tomado como conocimientos del contenido en y sobre biotecnología y fuentes y criterio de selección de contenidos de manera general, es tendencia en esta investigación y tiene estrecha relación con los propósitos de enseñanza. Al lado de esto, los conocimientos de los estudiantes y de las estrategias son componentes que inciden en el quehacer del maestro.

El conocimiento experiencial del profesor y de los recursos con que cuenta la institución son también elementos claves para que los estudiantes logren un aprendizaje de los contenidos biotecnológicos de manera eficaz.

Las diferentes estrategias facilitan la enseñanza de la biotecnología, debido a que permiten alcanzar los propósitos como el desarrollo de competencias y habilidades, conocimiento contextualizado, la resolución de problemas, la alfabetización científica, motivación, aprendizaje significativo, la inclusión de la ciencia y tecnología desde la producción de textos e informes, debates de temáticas socio-científicas controversiales, laboratorios, proyectos de investigación escolar entre otros. Asimismo, generar una inclusión en las distintas formas de aprender de los estudiantes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos biotecnológicos (clonación, manipulación genética, transgénicos, vacunas, fermentación, microbiología, biorremediación, cultivo de tejidos entre otros) a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, que, de manera muy general, se encuentran implícitos en los estándares del MEN de Colombia, por ser temáticas biológicas importantes en una formación para la vida.

Por último, la evaluación es considerada como un proceso continuo que permite conocer lo que está ocurriendo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Agradecimientos

A los maestros participantes y a la doctora Ximena Vildósola Tibaud por sus aportes a la realización de esta investigación. Esta investigación fue financiada por CIUP-UPN con el proyecto “Prácticas de enseñanza de la biotecnología de profesores de ciencias naturales de Colombia y Chile: implicaciones didácticas código DBI-563-21”

Referencias

- Andreú, J. (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Universidad de Granada.
- Barrero, C., Bohórquez, L. y Mejía, M. P. (2011). La hermenéutica en el desarrollo de la investigación educativa en el siglo XXI. *Itinerario Educativo*, 57, 101-120.
- Candela, B. y Viáfara, R. (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, 89-110.
- Cazares, M. (2012). *Una reflexión teórica del currículum y los diferentes enfoques curriculares*. Universidad de Cienfuegos.
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B. y Valls, E. (1994). *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Santillana.
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la escuela*, 23.
- Espinel, N. (2015). Enseñanza de la biotecnología en América Latina. Revisión de antecedentes. *Bio-grafía*, 1318-1331
- Espinel, N. (2020). *Conocimientos sobre la biotecnología y didáctico del contenido de dos profesores de Bogotá: un estudio de caso múltiple* [Tesis de Doctorado en Educación]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Espinel, N., Valbuena, E., y Ocampo, D. (2021). Mapeo del conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología de una profesora de educación media de Bogotá. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario.
- Falk, H., Brill, G., y Yarden, A. (2008). Teaching a Biotechnology Curriculum Based on Adapted Primary Literature. *International Journal of Science Education*, 30, 1841-1866.
- Fernandez, A. y Vanga, M. (2015). Proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación para caracterizar el comportamiento estudiantil y mejorar su desempeño. *Revista San Gregorio*, 1(9), 6-15.
- Garnica, S. E., y Acosta, R. R. (2012). Conocimiento didáctico del contenido sobre fotosíntesis de dos profesores de los grados sexto y noveno de edu-

- cación básica secundaria de un colegio privado en Bogotá-Colombia. *Bio-grafía*, 5(8), 50-76.
- Garritz, A. y Velásquez, P. (2009). Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer's conceptual profile. Proceedings of the NARST 2009 Conference. Garden Groves,
- Gómez, S. (2021). Relato sobre estrategias de enseñanza para desarrollar habilidades de pensamiento y educar en valores. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(33), 133-142.
- González, W. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 17(56), 139-144.
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R. y Mulhall, P. (2001). Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 31, 289-307.
- 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. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Kluwer Academic Publishers.
- Mauro, L., Mac Cormack, W., Calabro, A. y Rodríguez, J. (2012). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza universitaria de Biotecnología. El caso de la velocidad específica de crecimiento microbiano (μ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 9(3), 353-360.
- Marchesi, A. (2020). Aprendizaje: la clave está en el interés. *EDUforics*. <https://www.eduforics.com/es/aprendizaje-la-clave-esta-en-el-interes/>
- Moreland, J., Alister, J. y Cowie, B. (2006). Developing Pedagogical Content Knowledge for the New Sciences: The example of biotechnology. *Teaching Education*, 17(2) 143-155.
- Mora, W. y Parga, D. (2014). Aportes al CDC desde el Pensamiento Complejo. En A. Garritz (Ed.), *Conocimiento Didáctico del Contenido: Una perspectiva Iberoamericana*. Editorial Académica Española EAO.
- Occelli, M., García, L. y Valeiras, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (43), 31-46.
- Park, S. y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- Ravanal, E. y López, F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742.
- Roa, R. (2011). Didáctica de la biotecnología en la escuela (pp. 333-341). *Biografía*. Edición Extra-Ordinaria.
- Roa, R. González, L. y Valbuena, E. (2019). Implicaciones didácticas del concepto Biotecnología. *Educación y Educadores*, 22(3).
- Tardif, M. (2014). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.
- Varo (2018). *La biotecnología en el entorno social y educativo* [Tesis de Maestría]. Universidad de Valladolid.
- Vargas, C., Moyano, E., Medellín, F., Ojeda G., Jiménez, H., Sierra, L., Cárdenas L., Roa, P. y Gómez, S. (2016). Escenarios de Reflexión En Medellín, F., C. Vargas, y G. Ojeda. *Encuentro de experiencias, Relatos*

de enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos. Universidad Pedagógica Nacional.

Valbuena, E. (1998). Contribución al desarrollo de la Biotecnología desde la educación en los niveles de la básica y media. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (4).

Vergara C. y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile. *Estudios Pedagógicos. XL* (1): 323-338.

Yin, R. (2009). *Case study research: design and methods*. SAGE Publications.

Forma de citar este artículo:

Gómez-Daza, S., Fúquene-Bárcenas, J. A., Hernández-Manosalva, A. P. y Triana-Luengas, E. E. (2024). Relación Educación Ambiental y Química Ambiental en trabajos de grado de Licenciaturas en Química en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 63-82. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17442>

Anexo 1: Cuestionario de la entrevista

Preguntas iniciales	
1	Nombre del entrevistado
2	¿Cuál es su formación profesional?
3	¿Cuántos años de experiencia tiene como maestro?
4	¿Desde hace cuánto involucra la enseñanza de la Biotecnología en la escuela?
5	Para usted ¿qué es biotecnología?
6	¿Cuál es la finalidad de la biotecnología?
7	Para usted ¿cuáles son las implicaciones de la biotecnología?

Herramienta CoRe	
1	¿Cuáles son los propósitos que usted persigue para enseñar las diferentes temáticas relacionadas con la biotecnología?
2	¿De qué manera considera que el aprendizaje de la biotecnología aporta a sus estudiantes?
3	¿Qué contenidos de biotecnología intenta que aprendan los estudiantes?
4	Elabore un listado con todos los contenidos específicos de biotecnología que considere fundamentales para su práctica en el aula.
5	Cuando enseña biotecnología tiene en cuenta aspectos como: a) sociológicos (social, político, cultural, económico) diga cuál es la razón y de un ejemplo b) ¿Histórico? ¿por qué? de un ejemplo c) ¿Éticos? ¿por qué? de un ejemplo d) el contexto cotidiano de sus estudiantes, ¿cuál es la razón? De un ejemplo.
6	¿Qué criterios emplea para organizar los contenidos de biotecnología que implementa? Descríbalos.
7	¿Qué elementos tiene en cuenta para elegir los contenidos en la enseñanza de la biotecnología?
8	¿Cuáles son las fuentes bibliográficas para enseñar los contenidos relacionados a la biotecnología? ¿por qué las escoge?
9	¿Qué conocimientos previos y/o creencias ha detectado en los estudiantes sobre biotecnología que influyen en su aprendizaje? ¿cómo los tiene en cuenta? / ¿qué hace con esas ideas?
10	¿Cómo prepara sus clases con contenidos relacionadas a la biotecnología?
11	¿Qué materiales y/o recursos utiliza para enseñar contenidos relacionados a la biotecnología?
12	¿Cuáles estrategias de enseñanza emplea (razones particulares de su uso) para que los estudiantes aprendan temáticas sobre biotecnología?
13	Cuando enseña biotecnología ¿cuáles son las dificultades y limitaciones que encuentra en su práctica como profesor?
14	Respecto a la evaluación de los aprendizajes de biotecnología a) ¿Qué se evalúa? b) ¿Cómo se evalúa? c) ¿Para qué se evalúa? d) ¿Quién(es) evalúa(n)? e) ¿Cuándo se evalúa?
15	¿Cuáles son las dificultades que usted ha podido identificar en sus estudiantes para que puedan comprender contenidos relacionados con la biotecnología?
16	¿Qué conocimientos de los estudiantes acerca de la biotecnología influyen en su enseñanza?

Nota: Las preguntas 4, 13 y 14 fueron tomadas de Espinel (2020), las otras fueron adaptadas de Loughran et al. (2001) y, a su vez, elaboradas por los integrantes del proyecto teniendo presente los avances en CDC en ciencias.

Anexo 2: PaP-er

PaPer-1: Observación no participante de una clase.

PaPer-2: Reflexión escrita u oral acerca de una clase que consideran ha sido una de las mejores que ha tenido. Ubicado en esa clase: ¿qué conocimientos tuvo en cuenta?, ¿por qué es importante que ellos aprendieran sobre ese tema?, ¿qué estrategias empleó?, ¿cómo realizó la evaluación?, ¿por qué considera que fue una muy buena clase?, ¿qué limitaciones o dificultades se presentaron por parte de los estudiantes?, ¿a qué conclusiones puede llegar?

PaPer-3: Notas de clase: Escriba una reflexión acerca de una clase de biotecnología que considere que no ha sido una de sus mejores ¿por qué cree que no salió muy bien? y ¿a qué conclusiones puede llegar?



Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad

- Design of an Environmental Education Model based on Complexity
- Projetoando um modelo baseado na complexidade para a educação ambiental

María Claudia Solarte-Echeverri* 
Orlando Zúñiga-Escobar** 
Carlos Augusto Osorio-Marulanda*** 

Resumen

Este artículo presenta una reflexión sobre los procesos de formación más comunes de la educación ambiental en la educación superior, con el propósito de proponer un modelo basado en el paradigma de la complejidad, el cual pueda contribuir a superar las prácticas tradicionales y reduccionistas que están incidiendo en la formación de los maestros. Tales prácticas no contribuyen con una comprensión del ambiente de una forma integral, es decir, de manera que tengan en cuenta el dialogo de saberes, la interdisciplinariedad, las cosmovisiones de las comunidades, los asuntos socioculturales, las relaciones sistémicas, así como la construcción de conocimientos científicos. La propuesta presentada se fundamenta en un análisis del estado del arte de publicaciones recientes relacionadas con la educación ambiental y la teoría de la complejidad. Como resultado, se propone un modelo de educación ambiental para la formación de maestros basado en tres principios: la no linealidad, la complementariedad y el principio de incertidumbre. Mediante esta propuesta, se espera aportar a la formación docente que se implementa a través de la educación superior, como parte de la investigación de una tesis doctoral realizada en el Doctorado Interinstitucional de Ciencias Ambientales de la Universidad del Valle.

Palabras clave

complejidad; educación ambiental; educación superior; principio de complementariedad; principio de incertidumbre; principio de no linealidad

Abstract

This article presents a reflection on the most common training processes of environmental education in higher education, with the purpose of proposing a model based on the paradigm of complexity, which can contribute to overcoming the traditional and reductionist practices that are influencing in the teacher training. Such practices do not contribute to a comprehensive understanding of the environment in an integral way, that is, they consider the dialogue of knowledge, interdisciplinarity, the worldviews of the communities, sociocultural issues, systemic relationships and the construction of scientific knowledge. The proposal presented is based on an analysis of the state of the art of recent publications related to environmental education and complexity theory. As a result, an environmental education model for teacher training is proposed

* Docente en la Universidad del Valle. Ph.D en Ciencias Ambientales. Grupo de investigación Ila-ma. maria.claudia.solarte@correounivalle.edu.co.

** Docente en la Universidad del Valle. Ph.D en Tecnología Ambiental. Director grupo de investigación Ila-ma. Orlando.zuniga@correounivalle.edu.co.

*** Docente en la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali. Ph.D en Filosofía. Grupo de investigación en Logística y Producción. carlos.osorio@correounivalle.edu.co.



based on three principles: non-linearity, complementarity, and the uncertainty principle. Through this proposal, it is expected to contribute to the teacher training that is implemented through higher education, which is part of the research of a doctoral thesis carried out in the Interinstitutional Doctor of Environmental Sciences of the Universidad del Valle.

Keywords

complexity; environmental education; higher education; complementarity principle; uncertainty principle; non-linearity principle

Resumo

Este artigo apresenta uma reflexão sobre os processos de formação mais comuns da educação ambiental no ensino superior, com o objetivo de propor um modelo baseado no paradigma da complexidade, que possa contribuir para a superação das práticas tradicionais e reducionistas que estão influenciando na formação de professores. Tais práticas não contribuem para a compreensão do ambiente de forma integral, ou seja, que levem em conta o diálogo de saberes, a interdisciplinaridade, as visões de mundo das comunidades, as questões socioculturais, as relações sistêmicas, bem como a construção de conhecimentos científicos. A proposta apresentada baseia-se em uma análise do estado da arte das publicações recentes relacionadas à educação ambiental e teoria da complexidade. Como resultado, propõe-se um modelo de educação ambiental para a formação de professores baseado em três princípios: a não linearidade, a complementaridade e o princípio da incerteza. Com esta proposta, espera-se contribuir para a formação docente que se realiza no ensino superior, como parte da pesquisa de uma tese de doutorado realizada no Doutorado Interinstitucional de Ciências Ambientais da Universidade del Valle.

Palavras-chave

complexidade; educação ambiental; ensino superior; princípio da complementaridade; princípio da incerteza; princípio da não linearidade

Introducción

La universidad tiene la responsabilidad de hacer posible la construcción y el desarrollo de un conocimiento innovador y reflexivo para el manejo y la solución de problemas sociales, además de ofrecer una formación integral, desde el pensamiento crítico y reflexivo, y la formación de una conciencia ética para abordar retos complejos y múltiples en las sociedades actuales.

Uno de estos retos es la incorporación de la educación ambiental a nivel de la educación superior para dar respuesta a la crisis ambiental, la cual requiere de un análisis desde el conocimiento científico y social (Molano, 2014), lo que implica una transformación de los sistemas educativos a partir de una formación ciudadana requerida para todos los futuros profesionales. Esta formación debe ir más allá de ofrecer conocimientos centrados en temas ecológicos o el uso de herramientas de gestión o normativas legales, pues la educación ambiental “es el campo donde convergen diversas epistemologías, racionalidades e imaginarios sociales que transforman la naturaleza y abren la construcción de un futuro sustentable” (Leff, 2007, p. 13).

La universidad debe contribuir en la construcción del conocimiento en educación ambiental, para comprender la integralidad del hombre desde lo biológico, social y cultural. Al respecto, Ángel (1996) señala, que la universidad requiere de conocimientos científicos, de una nueva ética y una filosofía para identificar el papel del hombre en la naturaleza a partir de las transformaciones generadas por la cultura en los ecosistemas. El proceso pedagógico en la universidad debe estar centrado en la preparación para la vida y la formación profesional. (Merino, 2019)

Pero la educación ambiental en la universidad ha privilegiado la enseñanza de la ecología, en donde el concepto de ambiente que predomina entre los estudiantes está relacionado con lo “verde”, obviando lo socio-cultural (Escalona, 2006 en Tovar, 2017). Tal tipo de formación merece un análisis, cuando se trata de educar a los futuros maestros en las universidades, quienes a su vez deben educar a los estudiantes de los niveles de educación básica primaria y secundaria. No hay que olvidar que la educación configura la sociedad, la cual debe formarse de manera distinta con relación al ambiente y a sus dinámicas.

Sin embargo, la enseñanza de la educación ambiental se ha orientado mediante modelos que se identifican según sus contenidos, experiencias, prácticas y epistemologías, cuyas características le otorgan cierta identidad. Estos modelos se han clasificado como el modelo tradicional, el modelo activista, el modelo resolutivo, el modelo antropocéntrico, el modelo sistémico y el modelo de desarrollo sostenible, entre otros (Quintero, 2017; García, 2004; Sauve, 2004). Todos estos se diferencian por el tipo de actividades en clase; por el concepto de ambiente que asumen y por los propósitos que persiguen, los cuales consolidan las concepciones de los estudiantes que participan de estas prácticas de enseñanza-aprendizaje. De allí, la importancia de identificar las características de cada modelo. Veamos en qué consisten.

Modelo Naturalista: las características de este modelo están orientadas principalmente hacia la enseñanza de la ecología, en los sistemas naturales y su protección. Particularmente, en este modelo, se presenta una visión fatalista del ambiente.

Los contenidos de este modelo no tienen en cuenta los aspectos socioculturales. El docente es un dinamizador del proceso de enseñanza y las actividades de práctica están representadas en salidas a espacios verdes, para el contacto con la naturaleza (Quintero, 2015; Sauvé, 2005; García 2004).

Modelo Resolutivo: se caracteriza por abordar la educación ambiental desde la resolución de problemas ambientales. En su ejercicio, se pretende desarrollar competencias en los estudiantes a partir de un problema que sería el punto de partida para un proceso de investigación.

Los contenidos de este modelo están centrados principalmente en diagnósticos de identificación de problemas. La metodología propuesta responde a procesos de investigación, donde se construye conocimiento a partir de los hallazgos. El docente es un líder que orienta el ejercicio de encontrar soluciones a partir de una propuesta de resolución de problemas (García, 2004; Sauvé, 2005; Moreno, 2022).

Modelo Activista: tiene un enfoque antropocéntrico y naturalista, pues su enseñanza está dirigida a realizar actividades de cuidado y protección del ambiente. Sin ningún objetivo claro frente a la formación del que aprende, se trata de motivar al estudiante, quien descubre la realidad en función de sus intereses y experiencias, a través del contacto directo con el entorno (García, 2004; Estrada 2012).

El papel del docente es propio de un líder afectivo y social que facilita el conocimiento, al dar libertad para que el estudiante aprenda por descubrimiento. Los contenidos de enseñanza se centran en aspectos ecológicos, en actividades lúdicas, siembras, elaboración de papel, campañas, reciclaje, ornamentación, recorridos ecológicos, entre otros. Estas actividades no cuentan con objetivos claros, no hay una preocupación por construir conocimientos, ni competencias y no hay prácticas de investigación (Estrada, 2012; Torres, 1998).

Modelo Antropocéntrico: en este modelo predomina el cuidado y la protección de los recursos naturales. El docente considera que se debe educar para no tener conductas que vayan en contra del ambiente natural. Aquí, el ser humano es un protagonista importante con una postura superior a otras formas de vida, es un dominador de los sistemas naturales y su preservación depende de las conductas que se tengan.

Los contenidos de este modelo corresponden a la preservación de la biodiversidad, la deforestación, la desertificación, el eco consumo, eco civismo y proyectos ambientales (Quintero, 2015). En este modelo es muy importante formar en valores para conservar los ecosistemas, preservar, cuidar el agua y los suelos y no ocasionar gases que aumenten el efecto invernadero (Sauvé, 2004; García, 2004).

Modelo Sistémico: este modelo considera que el ambiente es un sistema de relaciones, desde aspectos socioculturales, éticos y estéticos hasta los

científico-tecnológicos e interdisciplinarios. Todas estas perspectivas son complementarias, de esta manera se enriquece la argumentación y se posibilita la comprensión (Torres, 2012).

El modelo de enseñanza está centrado en establecer relaciones donde se analizan los componentes que hacen parte de un todo. La propuesta metodológica es de investigación, por lo tanto, el docente parte de diagnósticos y de preguntas que se deben resolver. En principio, parte de un problema ambiental para buscar respuestas desde diferentes saberes: "El estudio del ambiente es, sobre todo, un dominio de investigación: no hay ninguna ciencia privilegiada para emprenderlo" (Torres, 2012, p. 30).

Modelo de Desarrollo Sostenible: el modelo tiene como propósito central educar a las personas para administrar bien los recursos actuales, posibilitando la subsistencia de generaciones futuras. En este modelo se promueve una discusión entre lo sostenible y lo sustentable.

El docente propone la enseñanza del desarrollo sostenible, que está más orientada a la enseñanza para la gestión ambiental, los objetivos del milenio, las problemáticas del cambio climático y sus efectos a nivel global. Se trata de una educación que vincula el ambiente y el desarrollo, desde planteamientos ecológicos, sociales y económicos, para analizar los límites de la biosfera a partir de una equidad social para la sostenibilidad (Novo, 2009; Álvarez, 2005).

Los modelos anteriormente descritos surgieron de las prácticas de enseñanza en la universidad. Sus efectos se perciben en las prácticas de los maestros en sus instituciones educativas, al promover una educación ambiental basada en la enseñanza de contenidos, de este modo, asumen que están

haciendo educación ambiental. El ambiente no es un tema, es una realidad cotidiana y vital, es un proyecto de desarrollo humano, que no se reduce a educar para "conservar la naturaleza", "concienciar personas" o "cambiar conductas" (Álvarez, 2005; Sauvé, 2004; García, 2004), su tarea es más profunda y comprometida, pues está asociada al cambio social.

En este contexto, el presente artículo tiene como propósito identificar aspectos comunes a la educación ambiental en el nivel superior, con el fin de elaborar una propuesta basada en la teoría de la complejidad Morín (1994, 2001, 2004, 2010), Carrizosa (2021), Boff (2011), Leff (2000, 2004, 2006, 2007) y Zúñiga (2018), de tal forma que se pueda contribuir con la formación de maestros que enseñan educación ambiental, que puedan superar las visiones reduccionistas presentadas antes, e incorporen dinámicas del ambiente de forma integral.

Estado del arte

El estudio se inició a partir de la búsqueda de la literatura relacionada con los temas de la complejidad y la educación ambiental en el nivel superior, mediante la metodología de mapeo sistemático, el cual es menos exhaustivo que la revisión sistemática. Su objetivo consiste en presentar un estado del arte en donde se puedan observar los resultados de la búsqueda de forma general y amplia (Petersen, 2008).

Para usar esta metodología se requiere contar con criterios de búsqueda de acuerdo con el interés de la investigación. Para este caso, los criterios utilizados fueron los siguientes:

1. Las bases de datos consultadas como SCOPUS, ProQuest, Mendeley y Scielo,

principalmente, durante los últimos seis años; además de otras fuentes sobre temas de la complejidad.

2. Las categorías de búsqueda para este caso fueron: educación ambiental, educación ambiental a nivel superior, la relación entre educación ambiental y teoría de la complejidad.

Los resultados de la búsqueda arrojaron 16.834 artículos, de los cuales un número importante corresponde a la educación ambiental. De ellos se derivaron diversas subcategorías como: educación ambiental y desarrollo sostenible, educación ambiental y formación en valores, educación y gestión ambiental, educación ambiental en la universidad, y educación ambiental y complejidad (ver tabla No. 1).

En el mapa sistémico, los hallazgos fueron organizados en un plano cartesiano en dos fases, de contribución y de investigación; en la primera, se reportan las categorías que fueron descartadas y la fase de investigación se corresponde con los artículos que fueron examinados para esta investigación (ver Fig. 1). En la fase de contribución, en la categoría de educación ambiental, se encontró un número importante de trabajos, los cuales fueron descartados porque estaban enfocados en temas como actividades de desarrollo de proyectos, de trabajo en la comunidad, experiencias de educación primaria y secundaria, educación formal y no formal, entre muchas otras. En la categoría de educación ambiental a nivel superior se reportan muchos trabajos cuyo interés consiste en educar para el desarrollo, presentan experiencias de gestión ambiental y de formación en valores. Es importante anotar que estos artículos fueron descartados por estar fuera del interés de este trabajo y porque muchos estaban repetidos en las diferentes bases de datos.

En la fase de investigación se seleccionaron las dos categorías que podrían contribuir de forma directa para la investigación. Por un lado, en la categoría de educación ambiental a nivel superior, solo se consideraron aquellos trabajos que estuvieran relacionados con la formación profesional, preferiblemente de profesores. Mientras que, en la categoría de educación ambiental y complejidad, en donde se encontraron pocos artículos, algunos de ellos mencionan la palabra complejidad, pero sin desarrollo sobre la forma en que esta teoría se puede poner en práctica en la enseñanza.

La tarea posterior fue examinar 160 artículos, de los cuales 143 fueron excluidos, 17 fueron evaluados para elegibilidad, 9 fueron excluidos con motivos y 8 fueron incluidos para aportes teóricos al trabajo (tabla 2).

Tabla 1. Resultados de búsquedas bibliográficas

Cantidad artículos	%	Fuente	Categorías	Total de artículos según categorías
1158	6,88	Scopus		
4829	28,69	ProQuest		
2002	11,89	Mendeley	Educación ambiental	8166
177	1,05	Scielo		
29	0,17	ProQuest		
2217	13,17	Scopus	Educación Ambiental en educación superior	2931
647	3,84	Mendeley		
38	0,23	Scielo		
2	0,01	ProQuest		
236	1,40	Mendeley	Educación ambiental y la complejidad	513
267	1,59	Scopus		
8	0,05	Scielo		
6	0,04	ProQuest		
168	1,00	Scopus	Educación ambiental y formación de valores	377
196	1,16	Mendeley		
7	0,04	Scielo		
23	0,14	ProQuest		
24	0,14	Scopus	Educación ambiental para un desarrollo sostenible	870
813	4,83	Mendeley		
10	0,06	Scielo		
834	4,95	Mendeley		
2705	16,07	ProQuest	Educación ambiental con enfoques de gestión ambiental y gobernanza	3848
295	1,75	Scopus		
14	0,08	Scielo		
6	0,04	ProQuest		
2	0,01	Scielo	Educación ambiental dirigida a la formación de maestros	129
0	0,00	Scopus		
121	0,72	Mendeley		
16834	100,00			

Fuente: elaboración propia.

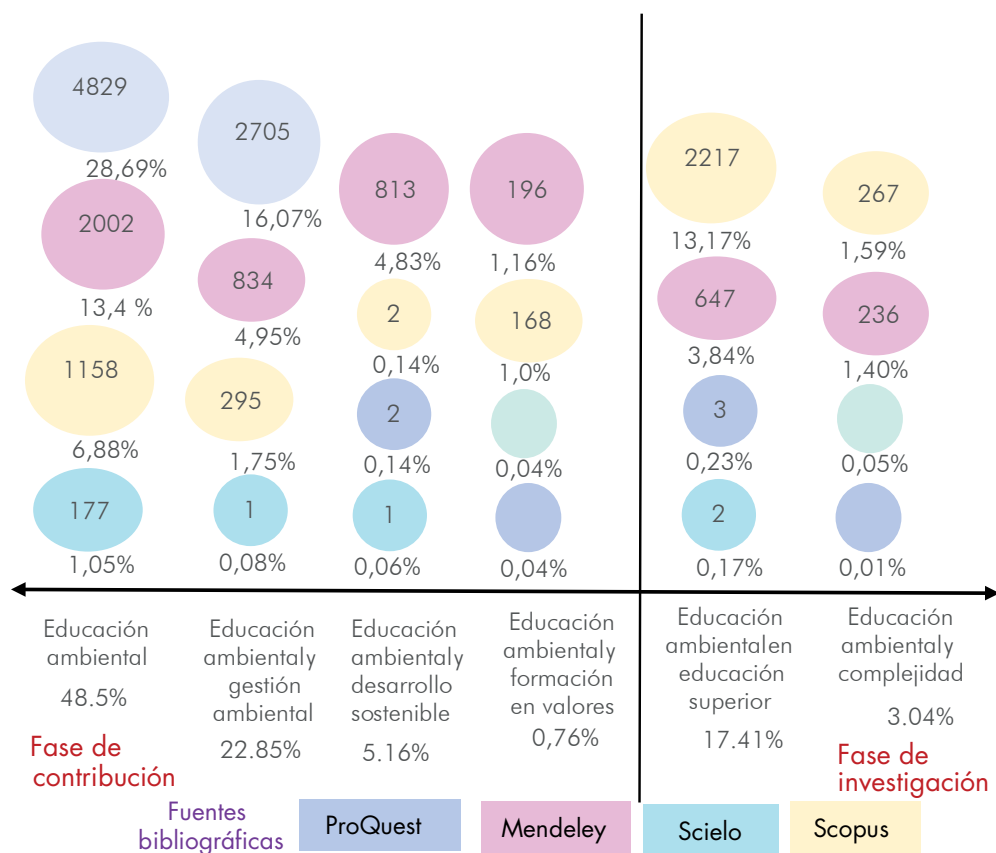


Figura 1. Mapa sistémico del estado del arte

Fuente: elaboración propia, apoyada en el modelo de mapeo sistemático.¹

Tabla 2. Artículos seleccionados de acuerdo con su pertinencia en la investigación

Categoría: educación ambiental y complejidad		
Fuente	Título	Autor/Año
ProQuest- Contaduría Universidad de Antioquia, 68, 191-211	Consideraciones epistemológicas para pensar la complejidad ambiental. Repercusiones para una contabilidad ambiental en debate ante la crisis civilizatoria.	Cardona, J. (2016).
Mendeley Revista Reflexiones. Volumen 10 No. 4	Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano	Noguera de Echeverri Ana Patricia. (2007)
ProQuest Mendeley Enseñanza De Las Ciencias, 35.1: 53-69	Caracterización de las concepciones de complejidad de un grupo de investigadores de la educación ambiental	Calafell Subirá, G., Banqué Martínez, N. (2017)
Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible Subdirección de educación y participación	Consideraciones de la ambientalización en la educación superior desde una Colombia compleja en clave del pensamiento Ambiental colombiano	Carrizosa. Umaña. Julio. 2021

¹ Desde el diseño del modelo sistémico de Peterson (2008), Carrizo y Ortiz (2016) y Celdrán (2018)

Categoría: educación ambiental y complejidad		
Fuente	Título	Autor/Año
Categoría: educación ambiental en educación superior		
Mendeley Educación y Educadores, 23(2), 159-178.	Compromiso de las universidades colombianas con la sustentabilidad.	Plata, A. M., Holguín, M. T., Sáenz, O., Mora, W. M. y Callejas, M. M. (2020).
Revista Educación. Costa Rica	Educación y ambiente en la educación superior universitaria: tendencias en clave de la perspectiva crítica latinoamericana	Corbetta, Silvina. (2019)
Mendeley ProQuest Revista Praxis & saber No. 21, 197-220	El compromiso ambiental de instituciones de educación superior en Colombia.	Callejas, M. M. Sáenz Orlando. Plata Angela. Holguín M. Mora William (2018)
Revista Luna Azul, núm. 39, julio-diciembre, 2014, pp. 186-206	La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria	Molano Niño, Alba Carolina; Herrera Romero, Juan Francisco (2014)

Fuente: elaboración propia.

La educación ambiental desde la complejidad

Existen diversas posturas acerca de la educación ambiental, desde sus fines, sus prácticas, sus actores sociales, sus modelos de enseñanza y su epistemología. La educación ambiental es una herramienta que educa para la vida, para una transformación cultural, a partir de la formación de valores que pueden contribuir en mejores formas de relacionarse socialmente y con el entorno (Pedraza, 2003).

Es un proceso de formación para la toma de conciencia de la realidad en contexto, que debe ser integradora para comprender las interrelaciones, debe ser participativa en la toma decisiones y en la construcción de conocimientos nuevos, y práctica para el manejo de situaciones ambientales (Matos, 2017). La educación ambiental no puede reducirse a reconocer los problemas ambientales, es necesario desarrollar competencias para el análisis crítico que permita comprender las relaciones de interdependencia del hombre con su entorno, de la realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para generar en la comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente (Torres, 2012).

Incursionar en aspectos epistemológicos sobre la educación ambiental implica analizar el concepto de ambiente, el cual ha sido reducido a los aspectos netamente ecológicos, sin considerar las dimensiones de lo cultural, lo político, lo económico y lo social. El ambiente debe ser tratado como un objeto de reflexión, ya que es un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza (Leff, 2006).

La educación ambiental está muy ligada a la concepción de ambiente de quien enseña; sin embargo, es necesario asumir el ambiente desde una visión compleja, ampliando el pensamiento ecologista y reduccionista que excluye el hombre y la cultura (Quintero, 2015; Toro, 2005). Al respecto, (Carrizosa, 2021) presenta un concepto de ambiente que, a su juicio, es el más acertado:

El ambiente no es la ecología, sino el campo de las relaciones entre la naturaleza y la cultura, de lo material y lo simbólico, de la complejidad del ser y del pensamiento; es un saber sobre las estrategias de apropiación del mundo y la naturaleza a través de las relaciones de poder que se han inscrito en las formas dominantes de conocimiento. (Leff, 2004, p. 3)

Las concepciones de ambiente se ven representadas en los modelos de enseñanza identificados a partir de diferentes estudios, los cuales comprometen las prácticas de enseñanza; se caracterizan por la manera como se concibe el ambiente y por el tipo de actividades que se desarrollan. De donde se concluye que para comprender el ambiente es necesaria la articulación de varias disciplinas; varias ciencias para aprender del ambiente y comprenderlo (Torres, 2012).

Se requiere que el maestro deba contar con estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje por investigación, como las resaltadas por autores como Cañal (2012), Porlán (1987), García (1993) y Gil (1983), cuyo objetivo es aprender investigando, pues así se accede al conocimiento mediante la búsqueda de explicaciones a problemas planteados.

Es necesaria la integración de saberes desde diferentes disciplinas que contribuya a comprender los sistemas complejos porque propone nuevos modelos teóricos y metodológicos; con sus propias epistemologías, se trata de modelos desde la transdisciplinariedad (Romero, 2003).

La complejidad ambiental

El término complejidad proviene de la raíz latina *complexus*, participio pasado de *complector*, que significa enlazar, trenzar o tejer. Su significado conduce a considerar que se trata de un sinónimo relativo a la dificultad (Hasper, 2014, citado en Calefell, 2017).

Definir qué es complejidad exige otra manera de racionalidad y de ciencia, en tanto se requiere ampliar el conocimiento clásico que impide comprender este tejido en conjunto, es decir, en su complejidad (Morín, 2001). Se trata de desarrollar un tipo de pensamiento recursivo “capaz de establecer retroalimentaciones (*feedback loops*)” (Neef, 2004). La complejidad ambiental invita a hacer una revolución del pensamiento, un cambio de paradigmas, una deconstrucción de lo tradicional; es la construcción de un nuevo saber y de prácticas educativas (Leff, 2000), pues rompe la unilinealidad, la unilateralidad del pensamiento científico, integrando elementos de la concepción sistémica y de la teoría de la información que documenta la experiencia humana (Juárez, 2012).

La complejidad integra el conocimiento empírico, las creencias y las ciencias; se asume la dificultad para evitar contradicciones lógicas en la construcción de conocimientos a partir de una nueva lógica (Morín, 1994; citado en Calefell, 2017). “La complejidad es un nuevo entendimiento del conocimiento del mundo y de la incorporación de los saberes, la toma de conciencia del ser” (Lune, 2020, p. 23). Así, la complejidad ambiental es un método de pensamiento nuevo con el que se puede comprender la relación entre la naturaleza, la sociedad y el hombre, a partir del análisis de sus cosmovisiones, a partir de un diálogo de saberes y de conocimientos de varias disciplinas (Leff, 2007). El pensamiento complejo cuenta con estrategias para generar una reforma en las estructuras y

en la cultura de los hombres, desde un cambio de pensamiento que genere una crisis ambiental, para la comprensión del ambiente como sistema (Columbié, 2011).

El concepto de complejidad ambiental tiene muchas interpretaciones por los diferentes autores que lo abordan, por lo que es necesario, para esta investigación, presentar un modelo a partir de los principales fundamentos que sustentan el concepto.

Criterios para el diseño de un modelo sobre complejidad ambiental

Como se señaló antes, en este trabajo se busca proponer un modelo de educación ambiental desde el paradigma de la complejidad, para lo cual se consideran tres principios: la complementariedad, el principio de la incertidumbre y la no linealidad. De estos se derivan otras relaciones que se tejen, integran y forman el conocimiento.

La complementariedad, considerada como el primer principio, constituye un marco integrador de diferentes perspectivas. Originalmente establecido por Bohr en 1958, plantea que ciertas propiedades no pueden observarse al mismo tiempo, pero pueden complementarse. Este principio demanda trabajar con visiones complementarias que puedan explicar la misma realidad (Strathern, 1999).

La diversidad de enfoques produce una riqueza de conocimiento para integrar disciplinas, métodos y saberes que permiten integrar la percepción de la realidad, con ello se supera la fragmentación y la especialización para analizar la diversidad de lo real (Blanco, 2016). Tal propósito se puede ilustrar desde la metáfora de los seis ciegos al describir un elefante, donde cada ciego analiza lo que tiene al frente de su visión particular. Por ejemplo,

uno de los ciegos considera que una oreja es una hoja seca, otro percibe la cola como una rama y un tercer ciego analiza la trompa del elefante, afirmando que se trata de una serpiente, lo que implica que ninguno de ellos pueda entender la integralidad.

En la complementariedad se presenta la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, donde la interdisciplinariedad representa un conjunto de disciplinas conexas entre sí, con relaciones definidas, de modo que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Mientras que la transdisciplinariedad, a partir de una manera nueva y fecunda, aborda muchas disciplinas que aportan sus principios, para formar puentes de conexión desde el conocimiento de expertos en un enfoque holístico (Reátegui, s.f.).

Dentro de la complementariedad es importante mencionar las relaciones sistémicas para dar respuesta a lo planteado por Morín: “No existe un conjunto formal de relaciones, existen totalidades que no son esencias, que no son de una sola sustancia, son composiciones producidas por los juegos sistémicos, y están por lo tanto dotadas de una cierta autonomía” (1990, p. 34) lo que implica que el pensamiento sistémico ve las cosas en conjunto.

Dentro de la teoría sistémica se menciona que un sistema está compuesto por las partes que se integran para formar un todo, el cual es más que la suma de las partes, dado que hay cualidades que emergen o se inhiben al unir las partes (Morín, 2010).

El segundo principio corresponde a la incertidumbre, de acuerdo con Heisenberg y Bohr, cuyos enunciados presentan el análisis de sus teorías clásicas referidas a la materia y antimateria, onda-partícula, materia y energía. En ese orden de ideas, Boff (2011) aplica la incertidumbre a la educación ambiental, desde la comprensión de lo humano, cuerpo

y espíritu: “no se trata de dos mundos paralelos sino de dos caras del mismo mundo. Ciencias de la naturaleza —ciencias del espíritu— materia y espíritu, cuerpo y alma, el espíritu pertenece a la naturaleza y la naturaleza presenta espiritualidad” (p. 45).

Morín plantea que la complejidad humana presenta diferentes bucles que no se pueden separar, porque “la vida (el ser) no es una sustancia, sino un fenómeno de auto-eco organización extraordinariamente complejo que produce la autonomía” (Boff, 2011, p. 33).

En el contexto de la educación ambiental, uno de los principales propósitos es la formación en valores ciudadanos, principio asumido desde la perspectiva de la formación de la persona, dado que los humanos son indefinibles, abiertos, y por eso se encuentran en permanente devenir, de acuerdo con sus diversas potencialidades (Blanco, 2016).

Y, el tercer principio, la no linealidad, que se corresponde con otra racionalidad de ciencia, se aplica cuando un sistema se aleja del equilibrio generando entropía, el caos, sus interacciones entre el orden y el desorden. Tal situación genera una recursividad en el sistema, al elaborar productos, acciones y efectos para lograr la generación y la regeneración (Morín, 2001).

Mediante la complejidad se presenta el fenómeno de la autoproducción y de la autoorganización, a partir del desequilibrio que busca formas de organizarse o de autoorganizarse (autopoiesis) (Boff, 2011; Maturana, 1976). La categoría de organización constituye una de las herramientas vitales del pensamiento complejo; el caos es generador de singularidades.

Finalmente, Carrizosa (2021) sostiene que uno de los retos que se debe afrontar en las nuevas teorías se relaciona con medir la complejidad de un objeto, a partir de la articulación entre algunos componentes e interrelaciones de aspectos diferentes, los cuales puedan convertirse en nuevo conocimiento. En la siguiente gráfica se presenta la representación del modelo de educación ambiental desde la complejidad, a partir de sus tres principios, de los cuales se derivan los diferentes componentes. Es importante aclarar que en el principio de la complementariedad, las relaciones sistémicas pueden variar de acuerdo con el propósito de lo que se quiere enseñar, por ejemplo, cultura-sociedad, cultura-economía.

Estos componentes se pueden materializar en una propuesta de un curso, cuyos contenidos y prácticas permitirían abordar una situación ambiental particular.

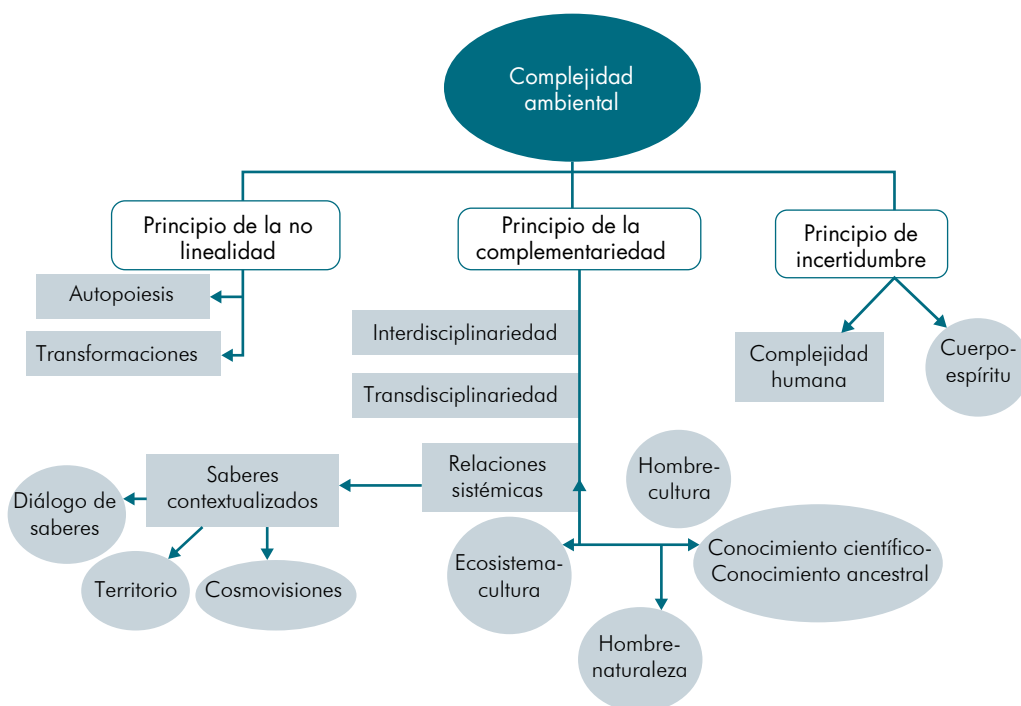


Figura 3. Modelo de Educación Ambiental desde la complejidad

Fuente: elaboración propia, apoyada en el pensamiento.²

Conclusiones

La puesta en marcha de un modelo de educación ambiental, basado en las premisas anteriores, busca superar los enfoques reduccionistas y entender el ambiente desde varias dimensiones, y no solo desde la fundamentación primaria del individuo.

La tradición de la enseñanza de la educación ambiental ha estado orientada hacia tareas concretas muy relacionadas con el desarrollo de actividades como reciclar, ornamentar, hacer siembras; pero es necesario trascender hacia otros propósitos que puedan contribuir con una mejor comprensión de la realidad ambiental, en este caso, teniendo como referente un modelo que integre la complejidad, tal como se ha mostrado.

Integrar saberes, prácticas, conocimientos científicos y tradicionales, pensar situaciones ambientales desde el trabajo colectivo de diferentes disciplinas, es un ejercicio que se debe poner en práctica, a partir de un eje que articule dichas acciones. El eje sería un problema ambiental del contexto o el estudio de una situación ambiental de la que se puede aprender. Y el abordaje de ese eje, el enfoque de la complejidad, desde los tres principios propuestos: la complementariedad, incertidumbre y la no-linealidad.

La propuesta del modelo de educación ambiental desde la complejidad presenta limitaciones, pues se requiere otra metodología de enseñanza que involucre otros actores sociales que participen de la construcción del conocimiento. El maestro debe tener en cuenta

² Desde el pensamiento de los autores Morín (1994, 2001, 2004, 2010), Boff (2011); Leff (2000, 2004, 2006, 2007), Noguera (2007), Need (2004), Carrizosa (2021), Zúñiga (2018).

el conocimiento de especialistas de los temas a tratar, a partir del diálogo de saberes, de trabajo colaborativo con otros colegas de diferentes disciplinas, para contribuir a comprender la realidad ambiental.

El modelo de educación ambiental desde la complejidad requiere materializarse a partir del diseño de un curso, donde el eje articulador sea el tratamiento de una situación ambiental que permita poner en práctica todos los componentes propuestos, para que posteriormente sea evaluado y ajustado. Lo anterior, como parte del desarrollo de una tesis de doctorado en el campo de las ciencias ambientales en la Universidad del Valle.

Referencias

- Álvarez, S. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N1.pdf
- Ángel-Maya, A. (1996). *El Reto de la vida. Ecosistema y Cultura. Serie Construyendo el Futuro* (pp. 89-93). https://rds.org.co/apc-aa_files/ba03645a7c069b5ed-406f13122a61c07/el_reto_de_la_vida.pdf
- Blanco, N. y Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19(45), 97-111. <https://www.redalyc.org/pdf/676/67646966005.pdf>
- Boff, L. (2011). *Ecología: Grito de la Tierra*. Trota.
- Cabrera, C. y Jessica, A. (2014). Creatividad, complejidad y formación: un enfoque transdisciplinar. *Revista Complutense de Educación*, 26(3), 505-526.
- Calafell, G. y Banqué, N. (2017). Caracterización de las concepciones de complejidad de un grupo de investigadores de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 53-69. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n1-calafell-banque/409795>
- Callejas, M., Sáenz, O., Mora W., Holguín, T. (2018). El Compromiso Ambiental de Instituciones de Educación superior en Colombia. *Praxis & Saber*, 9(21), 197-220. https://www.researchgate.net/publication/330931477_El_compromiso_ambiental_de_instituciones_de_educacion_superior_en_Colombia
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, (78), 5-17. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59927/R78.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cardona, J. (2016). Consideraciones epistemológicas para pensar la complejidad ambiental. Repercusiones para una contabilidad ambiental en debate ante la crisis civilizatoria. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 68, 191-211. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/327163/20784398>

- Carrizo, C. (2016). Modelos del proceso de educación de requisitos: un mapeo Sistemático, *Ingeniería y Desarrollo*, 34(1), 184-203. <https://www.redalyc.org/journal/852/85244549009/html/>
- Carrizosa, J. (2021). *Consideraciones de la Ambientalización en la educación superior desde una Colombia compleja en clave del pensamiento Ambiental colombiano*. Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible Subdirección de educación y participación. <https://es.calameo.com/read/0023044530e63820e68d7>
- Celdrán, M., Bernabeu, J., Ivars-Baidal, J., Vera, J. y Smart, T. (2018). Un estudio de mapeo sistemático. *Cuadernos de Turismo*, (41), 107-138. https://invattur.es/uploads/entorno_37/ficheros/633167314787765114081.pdf
- Columbie, P. (2011). Cultura ambiental y pensamiento complejo: un enfoque transdisciplinario. *Contribuciones a la Economía*. <https://www.eumed.net/ce/2011b/ncp.html>
- Corberta, S. (2019). Educación y ambiente en la educación superior universitaria: tendencias en clave de la perspectiva crítica latinoamericana. *Educación*, 43(1), 546-574.
- Estrada, L. (2012). Concepciones sobre la educación ambiental de los docentes participantes en la red andaluza de eco-escuelas [Tesis de Doctorado en Investigación e Innovación Educativa]. Universidad de Málaga. <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7881/TDR ESTRADA VIDAL.pdf>
- García, E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y complejidad*. Editorial Diada.
- García, E. y García, F. (1993). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Editorial Diada.
- Gil, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo del modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21204/93254>
- Juárez, J. y Comboni, S. (2012). Epistemología del pensamiento complejo. *Reencuentro*, (65), 38-51. <https://www.redalyc.org/pdf/340/34024824006.pdf>
- Leff, E. (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. Siglo XXI. https://www.researchgate.net/publication/48212492_Los_problemas_del_conocimiento_y_la_perspectiva_ambiental_del_desarrollo
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de las ciencias*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2007). La Complejidad Ambiental Polis. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 6(16), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/305/30501605.pdf>
- Lune, M. (2020) Desarrollo social sostenible y complejidad como ejes de la educación ambiental. *Revista Internacional Ecociencia*. 2(3) https://pdfs.semanticscholar.org/7432/5da2574a452441ed42f6fd27567f69c6b01.pdf?_ga=2.69432784.111393985.1666617784-902508042.1666617784
- Noguera, A. (2007). Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano. *Gestión y ambiente*, 10(4), 5-30. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419796001.pdf>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, Número

extraordinario, 195-217. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:8998f1e4-65d7-40dd-9469-7945013994e8/re200909-pdf.pdf>

Matos, B. y Flores, M. (2017). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible del presente milenio*. Eco- Ediciones.

Maturana, H. (1976). *El árbol del conocimiento*. Editorial Universitaria. <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinaridad.pdf>

Max-Neef. M. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinariedad*. Universidad de Chile. <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinaridad.pdf>

Merino, T. (2019). Logros y desafíos de la red universitaria redma: por la sostenibilidad ambiental de la educación superior en cuba. *Revista Luna Azul*. <https://www.redalyc.org/journal/3217/321767977010/321767977010.pdf>

Molano, A. y Herrera, J. (2014). La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria. *Revista Luna Azul*, (39), 186-206. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-24742014000200012&lng=e&nrm=iso&tlng=es

Moreno, S. D. y Martínez, F. L. (2022). Educación ambiental crítica freireana: Análisis de corrientes y aportes para la formación de profesores. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (52), 47-64. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/16501/11211>

Morín, E., y Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. http://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin_Introduccion_al_pensamiento_complejo.pdf

Morín, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Editorial Magisterio.

Morín, E. (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*, (20). https://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/102_infanto_juvenil/material/complejidad_morin.pdf

Morín, E. (2010). *Pensar la complejidad crisis y metamorfosis*. Guadas Impresores. S. L.

Pedraza, N. (2003). *Plan de acción para formadores ambientales. Educación y resolución de conflictos ambientales*. Editorial Ministerio.

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S. y Mattsson, M. (2008). *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. 12Th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, 17, 10. https://www.researchgate.net/publication/228350426_Systematic_Mapping_Studies_in_Software_Engineering

Plata, A. M., Holguín, M. T., Sáenz, O., Mora, W. M. y Callejas, M. M. (2020). Compromiso de las universidades colombianas con la sustentabilidad. *Educación*

- y *Educadores*, 23(2), 159-178. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-2942020000200159
- Porlán, R y Martín. J. (1987). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. <https://profesorailianartiles.files.wordpress.com/2013/03/diario-del-maestro.pdf>
- Quintero, M. (2015). *Relaciones entre las concepciones y las prácticas de educación ambiental de una maestra: un estudio de caso* [Tesis de Maestría en Educación]. Univalle. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9486/7406-0510892.pdf?sequence=1>
- Sauvé, L. (2005). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. Cátedra de Investigación de Canadá En Educación Ambiental Université Du Québec à Montréal. https://www.ecominga.uqam.ca/pdf/bibliographie/guide_lecture_3/1/2.Sauve.pdf
- Sauvé, L. (2004). *Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental*. https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/articulos-de-opinion/2004_11sauve_tcm38-163438.pdf
- Strathern, P. (1999). *Bohr y la Teoría Cuántica*. Siglo XXI. <http://www.librosmaravillosos.com/bohrylateoriacuantica/pdf/Bohr%20y%20la%20teoria%20cuantica%20-%20Paul%20Strathern.pdf>
- Reátegui, R. (s.f.). *Ciencia, enfoque sistémico y complejidad ambiental blog: rolandoreateguilozano.blogspot.com*. <https://docplayer.es/13358112-Ciencia-enfoque-sistemico-y-complejidad-ambiental.html>
- Romero, A. (2003). Fundamentos epistemológicos para abordar el concepto de naturaleza en cursos de Educación Ambiental. *Revista electrónica Diálogos Educativos*, Año 9 (17). <http://dialogoseducativos.umce.cl/articulos/2009/dialogos-e-17-Romero-Fundamentos-epistemologicos-y-educativos-para-abordar-el-concepto-de-naturaleza.pdf>
- Toro, J. y Peter, D. (2005). *Educación Ambiental: una cuestión de valores*. Universidad Nacional de Colombia; Cargraphics.
- Torres, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *OEI Revista*, (16), 23-46. <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie16a02.pdf>
- Torres, M. (2012). *Educación Ambiental: Política Nacional. Colombia: Ministerio de Educación Nacional*. SINA. <https://www.uco.edu.co/extension/prau/Biblioteca%20Marco%20Normativo/Politica%20Nacional%20Educacion%20Ambiental.pdf>
- Tovar, J. (2017). Pedagogía y didáctica ambientales: tendencias en la educación superior. *Revista Brasileira de Educação*, 22(69), 519-538. <https://www.redalyc.org/pdf/275/27553036011.pdf>
- Zuñiga, O. y León. G. (2018). *Física Ambiental. Un llamado a la interioridad*. Colección Ciencias Naturaleza y Exactas. Universidad del Valle; programa Editorial.

Forma de citar este artículo:

Solarte-Echeverri, M. C., Zúñiga-Escobar, O. y Osorio-Marulanda, C. A. (2024). Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 83 - 99. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17568>



Saberes del alumnado de secundaria sobre el modelo de inmunidad y vacunas

- Knowledge of Secondary School Students about Immunity and Vaccines Model
- Conhecimento dos alunos do ensino médio sobre o modelo de imunidade e vacinas

Resumen

El presente artículo investiga el saber que tiene el alumnado de secundaria sobre la inmunidad y las vacunas, para lo que se empleó un cuestionario de respuesta abierta junto a su rúbrica de evaluación. Así la rúbrica contempla cuatro categorías de respuesta para cada pregunta, cuyos significados revelan el tipo de concepción que mantiene el alumnado. Los resultados cualitativos obtenidos manifiestan ideas poco acordes al modelo escolar de inmunidad; no obstante, un análisis de Rasch muestra un saber articulado, el cual es evidenciado a través de la unidimensionalidad de las medidas obtenidas. Lo anteriormente mencionado sugiere la posibilidad de utilizar las mismas como guía de un posible itinerario de progresión que facilite el aprendizaje de los estudiantes a lo largo de la enseñanza. Estos resultados no solo tienen implicaciones a nivel teórico y de la práctica del aula, sino que también conllevan a la validación de la rúbrica construida para su uso con esta población de estudiantes.

Palabras clave

hipótesis de progresión; inmunidad modelización; modelo de Rasch; rúbricas.

Abstract

This article investigates the knowledge of secondary school students about immunity and vaccines, using an open-ended questionnaire along with its evaluation rubric. Thus, the rubric includes four response categories for each question, whose meanings reveal the kinds of ideas held by the students. The qualitative results obtained show ideas that are not very consistent with the referent learning model for immunity; however, an analysis of Rasch shows articulated knowledge, which is evidence through the unidimensionality of the measurements obtained. This suggests the possibility of using them as a guide to a possible progression itinerary that facilitates student learning over the course of their education. These results not only have implications at a theoretical and classroom practice levels, but also entail the validation of the rubric constructed for use with this student population.

Keywords

progression hypothesis; immunity; modelling; Rasch model; rubrics

Marta Gómiz-Aragón* 
María Del Mar Aragón-Méndez** 
José María Oliva-Martínez*** 

* Doctora y profesora Universidad de Cádiz, España. marta.gomizaragon@gmail.com

** Doctora y profesora Universidad de Cádiz, España. mariadelmar.aragon@uca.es

*** Doctor y profesor Universidad de Cádiz, España. josemaria.oliva@uca.es



Resumo

Este artigo investiga o conhecimento de alunos do ensino médio sobre o a imunidade e as vacinas, utilizando um questionário de resposta aberta juntamente com a respetiva rubrica de avaliação. Assim, a rubrica contempla quatro categorias de resposta para cada questão, cujos significados revelam o tipo de concepção que os alunos possuem. Os resultados qualitativos obtidos mostram ideias que não condizem com o modelo escolar de imunidade; no entanto, uma análise Rasch mostra um conhecimento articulado, que é evidenciado pela unidimensionalidade das medidas obtidas. O que foi mencionado anteriormente, sugere a possibilidade de utilizá-los como guia para um possível roteiro de progressão que facilite o aprendizado dos alunos ao longo do ensino. Estes resultados não só têm implicações a nível teórico e prático em sala de aula, como também implicam à validação da rubrica construída para a utilização com esta população de alunos.

Palavras-chave

hipótese de progressão; imunidade; modelagem; modelo de Rasch; rubricas.

Introducción

La vacunación y la inmunidad son tópicos de interés en la educación para la salud debido a su relevancia individual y colectiva (García-Ruiz *et al.*, 2022; Lobera *et al.*, 2019; López Rúa *et al.*, 2017; Maguregui *et al.*, 2017). Los motivos que llevan a la ciudadanía a posicionarse a favor o en contra de la vacunación atienden a diferentes causas, aunque una de las principales es la educación (Lobera *et al.*, 2019). Suele concebirse que las personas que se oponen a las vacunas no tienen el conocimiento necesario para participar críticamente en decisiones sociopolíticas acerca de la vacunación, y que, por contrapartida, el conocimiento sobre el funcionamiento del sistema inmunitario y las vacunas contribuye a una actitud positiva respecto a la vacunación y otras medidas sanitarias. Aunque no hay pruebas definitivas, existen estudios que avalan la relación entre el pensamiento mágico o supersticioso y el escepticismo ante la vacunación (Bryden *et al.*, 2018). Esto constata el efecto pernicioso de las creencias pseudocientíficas en la toma de decisiones de la ciudadanía (Domínguez *et al.*, 2019).

Este estudio forma parte de una investigación más amplia que tiene, entre sus objetivos, el estudio del impacto de estrategias de modelización en los conocimientos de los estudiantes en el ámbito de la inmunidad y las vacunas. En este trabajo se investigan los saberes del alumnado de secundaria en torno a estos tópicos, a identificarlos, a constatar el grado de articulación interna que poseen y, si es posible, a identificar niveles de progresión bien definidos que permitan orientar posibles itinerarios didácticos. Para esto se precisa un

instrumento de evaluación validado para este dominio, que permita emprender futuros estudios de progresión del aprendizaje.

Antecedentes

La concepción sobre cómo enfermamos y sanamos ha evolucionado a lo largo de la historia, ya que los diferentes contextos sociales, las epidemias, las enfermedades crónicas o el desarrollo de la salud pública han modificado el concepto de salud y enfermedad (Gavidia Catalán y Talavera, 2012). Ya en el siglo V a.C., Turídates atribuía el término inmunidad a la protección frente a las enfermedades infecciosas, pero no fue hasta 1796 que Jenner fundamentó un proceso inmunitario describiendo la adquisición de la inmunidad a través de las vacunas (Iglesias-Gamarra *et al.*, 2009). Desde entonces, los conocimientos producidos en este campo han hecho de la inmunología una de las disciplinas biomédicas más prolíficas.

Jiménez-Sarmiento *et al.* (2022) reconocen diferentes modelos de inmunidad a largo de la historia: el sobrenatural, del desequilibrio, el miasmático, el clásico, el precientífico y el científico. Estos que encuentran cierto reflejo en los modelos mentales de estudiantes universitarios. Otras investigaciones (Maguregui *et al.*, 2017) exploran qué modelo de inmunidad expresa el alumnado universitario y establecen sistemas que permiten categorizar las ideas expresadas por los sujetos acerca de las vacunas y del sistema inmunológico. La progresión de modelos históricos de inmunidad descritos por López-Rúa *et al.* (2017), y su relación con los modelos de sistema inmunitario que expresan los estudiantes universitarios de Maguregui *et al.*, (2017) se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Modelos de inmunidad y vacunas descritos en la literatura

Modelos históricos de inmunidad	Modelos de los estudiantes
Sobrenatural	El cuerpo es inerte
Del desequilibrio	
Miasmático	
Clásico	El cuerpo posee defensas
Precientífico	
Científico	El cuerpo produce anticuerpos
	El cuerpo produce anticuerpos a largo plazo

Fuente: López Rua *et al.*, 2017 y Maguregi González *et al.*, 2017

Estos y otros trabajos (Aidoun *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2016) recogen ideas del alumnado sobre el sistema inmunitario que, según López *et al.* (2016), son inducidas, en su mayoría, cultural o escolarmente. Un ejemplo es la creencia de que la inmunidad se adquiere contra la enfermedad y no contra el microorganismo causante, o la que sostiene que una vez aquejado por un virus, este no se puede readquirir (López *et al.*, 2016).

La mayoría de los antecedentes se centran en la enseñanza universitaria, y raramente en la secundaria (Ageitos y Puig, 2016; Lundström *et al.*, 2012), estos estudios, además de tratar la inmunidad, incluyen otros propósitos relacionados con distintos temas. En definitiva, en esta etapa educativa se conoce poco sobre los mecanismos que operan durante la evolución de las ideas iniciales hacia un modelo de ciencia escolar sobre la inmunidad. Profundizar en esa dirección requiere en, primer lugar, desarrollar instrumentos que ayuden a conocer qué saben los estudiantes de secundaria sobre estos tópicos. En segundo lugar, precisa investigar el grado de coherencia interna de esos saberes y si el conocimiento sobre la inmunidad es capaz de integrar la idea de vacuna y las opiniones y decisiones que evocan sobre ella, lo que es vital para interpretar dichos saberes en términos de modelos. Por último, implica identificar caminos de progresión plausibles desde las ideas de sentido común al modelo escolar de referencia.

Marco teórico

Los fundamentos de este estudio adoptan los modelos y la modelización como marco de referencia. Los modelos son representaciones de sistemas y fenómenos que constituyen una forma racional de interpretar la realidad y estructurar el conocimiento sobre ella (Gilbert *et al.*, 2000; Treagust *et al.*, 2002). La construcción de modelos, comprobar su utilidad, aplicarlos y revisarlos, son tareas propias de la actividad científica y también son tareas practicables mediante enfoques de enseñanza basadas en la modelización (Acevedo-Díaz *et al.*, 2017; Adúriz-Bravo, 2012; Oliva, 2019; Oh y Oh, 2011).

Los modelos científicos son modelos conceptuales (Greca y Moreira, 2000) consensuados por la comunidad científica, por tanto, explícitos, pudiendo ser

definidos de forma precisa y completa. Estas son propiedades compartidas con los modelos científicos escolares, resultado de la transposición didáctica de los modelos científicos (Treagust *et al.*, 2002). Durante el aprendizaje, los modelos personales, implícitos y basados en ideas intuitivas, van dando paso a modelos expresados (Blanco-Anaya *et al.*, 2017) y socialmente distribuidos (Pozo, 2020), ya que el aula propicia un contexto mental colectivo que posibilita el intercambio de modelos personales y da ocasión a que se generen modelos consensuados (Seel *et al.*, 2017). Estos modelos son cada vez más complejos y sofisticados (Clement, 2000), o deberían serlo si las condiciones de enseñanza fueran adecuadas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en modelos puede contemplarse como un proceso de integración jerárquica (Pozo y Gómez-Crespo, 1998), como una progresión desde modelos implícitos y personales hacia otros explícitos, más complejos y coherentes con el modelo escolar de referencia (Delgado *et al.*, 2019; Sanmartí Puig, 1997; Oliva, 2019). Resulta de interés para la investigación didáctica, identificar núcleos temáticos del currículum cuya comprensión se estructure en torno a modelos, que son los ejes de estos enfoques. Además, sería interesante identificar caminos de progresión que, a modo de hipótesis, sirvan de base para el diseño de propuestas didácticas dirigidas a su evolución.

Para contribuir a este campo de estudio, se proponen los siguientes objetivos de investigación:

1. Caracterizar los saberes del alumnado de secundaria en torno al modelo de inmunidad y vacunas en una muestra de estudiantes españoles.
2. Estudiar el grado de estructuración de esos saberes investigando si se organizan o no en torno a un modelo articulado.
3. Comprobar si dichos saberes pueden describirse mediante una escala progresiva o hipótesis de progresión.

Metodología

Contexto del estudio

El estudio se inserta en la fase preparatoria de una investigación basada en el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje, en torno a la inmunidad y vacunas dirigida a estudiantes de 14 y 15 años. Cuando este tipo de investigación se refiere a propuestas didácticas, como en este caso, se compone de una serie de ciclos iterativos de diseño-implementación-evaluación y nueva implementación (Bahamonde *et al.*, 2020). El primer diseño requiere un análisis previo sobre el contexto y el tipo de alumnado que participará en dichas implementaciones. Por ello, se trataba aquí de extraer información útil sobre los saberes del alumnado de esas edades. De hecho, los saberes previos ocupan un rol importante, ya que hacen posible conectar el nuevo conocimiento con el del alumnado, avanzando a partir de él mediante su interacción con la nueva información aportada (Acher, 2014; Vázquez-Ben y Bugallo-Rodríguez, 2022).

Participantes

Participaron 207 estudiantes de secundaria, 111 mujeres y 96 hombres, de dos centros de secundaria españoles de contexto urbano y nivel socioeconómico medio. En la muestra se distinguen dos grupos: el primero, de 105 estudiantes (56,7%) de 3º de ESO (14-15 años) que no habían abordado aún el tema de la inmunidad y las vacunas. El segundo, de 76 estudiantes (36,7%) de ese mismo curso, que ya habían estudiado el tópico, y 26 estudiantes (12,6%) de Bachillerato (16-18 años). Se trata

de una muestra de conveniencia con la que se abarcan sujetos con diferente grado de formación sobre el tema, con el objeto de hacerla más representativa.

Instrumento de recogida de datos

Es un cuestionario de respuesta abierta, diseñado a partir de la literatura (Bihouès y Malot, 1990; Gómiz, 2017; Maguregi *et al.*, 2017) y del modelo escolar sobre inmunidad y vacunas que orienta este estudio (Gómiz *et al.*, 2023). El cuestionario consta de seis preguntas y está dividido en dos partes. La primera contempla el funcionamiento del sistema inmunitario, particularmente en el contexto de la infección y de la vacunación. La segunda se centra en la importancia colectiva de la vacunación y en los argumentos para el debate sobre la obligatoriedad o no de esta.

Antes de administrar el cuestionario, los enunciados fueron valorados por un comité de expertos formado por dos docentes de Biología y Geología de Educación Secundaria Obligatoria y dos investigadoras del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que evaluaron su claridad y pertinencia. Además, una especialista en ciencias de la salud cumplimentó el cuestionario, respondiendo a las preguntas conforme al modelo científico de inmunidad y vacunas. Posteriormente, se realizó una prueba piloto, con 20 estudiantes de 3º de ESO, todos de un mismo centro educativo, quienes no habían estudiado contenidos de inmunología. Por último, se entrevistó a una de las alumnas que formó parte de la prueba piloto para constatar la claridad de los enunciados y la idoneidad de las preguntas. Toda la información recopilada en esta fase condujo a modificaciones en la redacción del cuestionario inicial, resultando el que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Preguntas del cuestionario sobre inmunidad y vacunas

Partes	Aspecto tratado	Preguntas
1	Funcionamiento del sistema inmunitario	P1. ¿Qué ocurre en nuestro cuerpo cuando nos contagiamos de una enfermedad infecciosa?
	Composición de las vacunas	P2. ¿De qué están hechas las vacunas?
	Mecanismo de acción de las vacunas	P3. ¿Es lo mismo vacunar que curar? Explica tu respuesta
2	Importancia de la vacunación	P4. A la hora de controlar una enfermedad infecciosa, para cada una de las frases indica si estás de acuerdo o no y explica por qué. A. Habiéndome vacunado yo es suficiente, da igual lo que hagan los demás. B. Cuantas más personas estén vacunadas de una enfermedad mejor para todo el mundo. C. Da igual si la gente se vacuna o no, las enfermedades son un proceso natural y no podemos controlar su evolución.
		P5. ¿Piensa que corremos algún riesgo al vacunarnos? Si crees que sí indica cuáles
		P6. Hay personas que no se vacunan o que deciden no vacunar a sus hijos e hijas. ¿Cuáles piensas que son sus razones? Coméntalas
	Limitaciones de las vacunas	
	Cuestiones sociocientíficas sobre la vacunación	

Fuente: elaboración propia

Procedimiento de análisis de la información

Para responder al primer objetivo, se realizó un análisis cualitativo de las respuestas, elaborándose una rúbrica analítica (Neil *et al.*, 2022). La importancia de las rúbricas como instrumentos de evaluación es ampliamente reconocida (Broadbent, 2018; Brookhart, 2018; Gallardo, 2020; Rodríguez-Mora *et al.*, 2021), destacándose de ellas su utilidad para determinar el logro de los objetivos de aprendizaje (Chowdhury, 2019; Stevens y Levi, 2013), particularmente para evaluar el desempeño del alumnado en el aprendizaje de modelos

(Chiu y Lin, 2019). La rúbrica inicial se diseñó a partir de la literatura existente, modificándose en función de las respuestas encontradas. La versión final se presenta en las tablas 3 y 4. En las rúbricas se establecen seis escalas, una por pregunta, de cuatro categorías cada una, y naturaleza ordinal (1 a 4). En la categoría 1 se categorizaron las respuestas más simples y elementales, mientras que en la 4 se ubicaron las más próximas a un modelo escolar. En este sentido, se ha estimado apropiado que el modelo científico escolar de referencia sea un modelo microscópico o celular, asequible para el alumnado de educación secundaria obligatoria, población objetivo del cuestionario.

Tabla 3. Modelos de respuesta e indicadores para las preguntas de la parte 1

Categorías	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Modelo precientífico (1)	Interpretación restringida a hechos observables o experiencias cotidianas que forman parte del saber común, erróneas o no, pero sin atribuir un papel activo al organismo ante una infección.	Descripción equívoca de la composición de las vacunas, por ejemplo, aludiendo a la presencia del patógeno, sin referirse a la no virulencia de este u otra alternativa alejada del modelo de referencia o ausencia de descripción alguna sobre la composición de las vacunas.	Descripción equívoca del mecanismo de acción de las vacunas, se confunde con el mecanismo de acción de los antibióticos, o descripciones muy vagas que no dan una verdadera descripción del mecanismo de acción.
Modelo defensivo (2)	Descripción de la función del sistema inmunitario en términos bélicos o defensivos, sin ofrecer mecanismos explicativos de la respuesta inmunitaria.	Descripción de la composición de las vacunas aludiendo a dosis como base de su composición. Se explicita la idea de refuerzo de la acción defensiva del organismo. Pueden aparecer errores como confundir vacunas y sueros o patógeno y enfermedad.	Descripción de las vacunas como un elemento que refuerza el sistema defensivo, contribuyendo a la prevención de la enfermedad, sin ofrecer explicaciones sobre su mecanismo de acción.
Modelo científico escolar aproximado (3)	Descripción parcial de los elementos y mecanismos de la respuesta inmunitaria. Respuestas demasiado escuetas, que no hacen referencia a alguna de las fases de la respuesta inmunitaria (innata o adaptativa) o a la memoria inmunitaria.	Descripción parcial de la composición de las vacunas, refiriéndose a la no virulencia del patógeno o a la administración de antígenos que activen la respuesta inmunitaria.	Explicación adecuada del mecanismo de acción de las vacunas, refiriéndose a la activación del sistema inmunitario.
Modelo científico escolar adecuado (4)	Descripción adecuada de los elementos y mecanismos de la respuesta inmunitaria. Se hace referencia a todas las fases de la respuesta inmunitaria (innata y adaptativa) y a la memoria inmunitaria.	Descripción adecuada de la composición de las vacunas, refiriéndose a la no virulencia del patógeno y a la administración de antígenos que activen la respuesta inmunitaria.	Explicación adecuada del mecanismo de acción de las vacunas, refiriéndose a la activación del sistema inmunitario y a la memoria inmunitaria.

Tabla 4. Modelos de respuesta e indicadores para las preguntas de la parte 2

Categorías	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
1	No justifica ninguna de las opciones o reafirma el enunciado en todas ellas.	Se afirma que las vacunas están exentas de riesgo.	No se conoce ningún argumento por los que las personas están en contra de las vacunaciones.
2	Las justificaciones se limitan a la importancia individual de las vacunas.	Se reconoce que las vacunas acarrear ciertos riesgos, aunque los manifestados no son los verdaderos o no se especifican.	Se enumeran algunas razones por las que las personas estarían contra las vacunaciones, no correspondiendo estas con las verdaderas.
3	Las justificaciones se refieren a la importancia colectiva de las vacunas, aludiendo a los contagios.	Reconocimiento de que las vacunas tienen efectos secundarios.	Se reconoce razones bien socioculturales o científicas por las que las personas están en contra de las vacunaciones.
4	Las justificaciones se refieren a la importancia colectiva de las vacunas, aluden a la inmunidad de grupo.	Reconocimiento de que las vacunas acarrear ciertos efectos secundarios y otros riesgos, que se nombran adecuadamente.	Se reconocen razones socioculturales y razones científicas por las que las personas están en contra de las vacunaciones.

Fuente: elaboración propia

Dos investigadoras se encargaron de clasificar las respuestas del 5% de participantes, con el objetivo de aunar criterios e introducir los ajustes necesarios. Luego, por separado, ambas juezas categorizaron las respuestas de un 20% estudiantes más. La comparación de los resultados arrojó un promedio del 98,3% de coincidencias, con un coeficiente kappa que oscilaba entre ,71 y ,98 en función de la pregunta, lo que muestra la fiabilidad del proceso de categorización.

Es importante destacar que, para cada una de las escalas construidas, se encontraron ejemplos concretos de respuestas en todas las categorías. Además, todas las respuestas analizadas pudieron ubicarse en alguna categoría de la rúbrica, sin tener que recurrir a la categoría extra de “Otras respuestas”. Ello sugiere que la rúbrica es pertinente y completa.

Para la consecución de los objetivos 2 y 3, y tras puntuar las respuestas del total de la muestra, se realizó un análisis mediante el modelo de Rasch. Este tipo de análisis ha sido usado en la investigación educativa en ciencias para validar escalas provenientes de instrumentos de respuestas cerrada, por ejemplo, tipo Likert (Boone *et al.*, 2011) o de opción múltiple (Planinic *et al.*, 2010), aunque en otros casos, como en este, se usó para manejar rúbricas (Rodríguez-Mora *et al.*, 2021). El análisis de Rasch se basa en un modelo probabilístico mediante el que se estima la respuesta más probable de una persona a una determinada pregunta, en función de la información procedente de un conjunto de ellas administradas a una muestra de sujetos. Para esto recurre a la construcción de una escala única latente en unidades denominadas *logits* (Masters, 1982) sobre la que se puede cuantificar comparativamente tanto la dificultad de cada pregunta como el desempeño de cada estudiante. Dicha escala marca un continuo que puede variar entre menos infinito y más infinito, aunque lo habitual es que varíe

de -6 a $+6$, como mucho. En este contexto, el segundo interrogante se analizó mediante un estudio de unidimensionalidad de las medidas, mientras que el tercero se abordó usando el diagrama de curvas de probabilidad y el mapa de Wright.

Todos los análisis se realizaron mediante el software Winsteps v.4.4.7 (Linacre, 2022), concretamente empleando el Modelo de Crédito Parcial (PCM), el más adecuado para escalas tipo ordinal como las construidas con rúbricas.

Resultados y análisis

Para caracterizar de los saberes en torno a la inmunidad y vacunas (objetivo 1) se acude a

las distribuciones de respuestas por pregunta (figura 1). De un lado, para las preguntas 1 a 3, puede verse que la categoría mayoritaria varía de unas preguntas a otras, siendo el modelo precientífico (categoría 1) el más frecuente en la pregunta 1, el modelo escolar aproximado (categoría 3) el más evocado en la pregunta 2, y el modelo defensivo (categoría 2) el más extendido en la pregunta 3. Quiere esto decir que el modelo activado con mayor frecuencia dependía del contenido concreto de la pregunta, siendo la de composición de las vacunas la que evocaba un modelo más evolucionado, mientras que la referida al funcionamiento del sistema inmunitario evocaba modelos más simples.

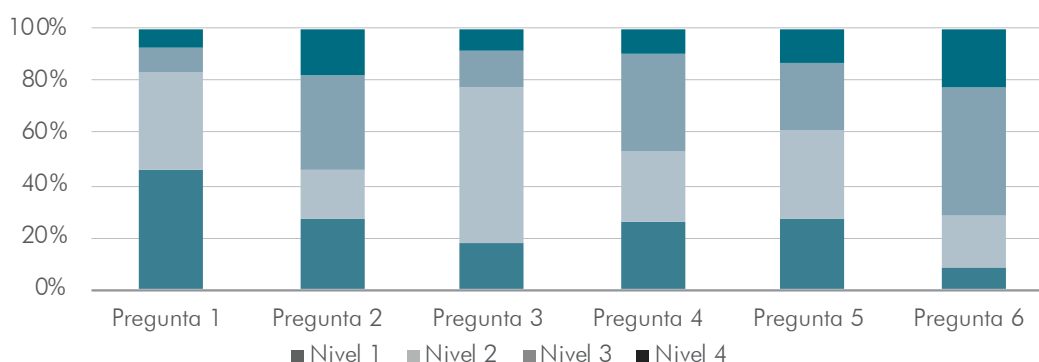


Figura 1. Distribución de porcentajes de respuestas ubicadas en los diferentes niveles

De otro lado, para las preguntas 4 a 6 se observan también variaciones en las distribuciones de frecuencias obtenidas. Así, es la pregunta 6 sobre cuestiones sociocientíficas sobre la vacunación la que arrojó mejores resultados, con dos tercios de los participantes siendo capaces de reconocer las razones socioculturales o científicas por las que una parte de la población está en contra de la vacunación. Sin embargo, parecen encontrar más complicado explicar la importancia de la vacunación y, más aún, las limitaciones de las vacunas.

En conjunto, se observa que el nivel de desempeño es bastante limitado, con escasa

proporción de estudiantes situados en la categoría de nivel 4, mientras que solo en dos preguntas (2 y 6) se supera el 50% de estudiantes situados en las categorías 3 o 4 de la rúbrica. Estos datos, junto con el contenido de las tablas 3 y 4, permiten caracterizar las respuestas de los participantes, dando así respuesta al objetivo 1 de investigación.

Antes de utilizar el modelo de Rasch para abordar los objetivos 2 y 3 del estudio, se analizó el grado de adecuación de los datos obtenidos a los requisitos del modelo. Un análisis del ajuste puede hacerse mediante los indicadores *infit* y *outfit*, cuyos resultados

se presentan en la tabla 5. Idealmente, ambos deben tener un valor próximo a 1, comprendido siempre entre 0,5 y 1,5 (Linacre, 2002). Valores por debajo van asociados normalmente a información redundante (preguntas reiterativas o muy parecidas). Mientras tanto, valores superiores sugieren “ruido de fondo”, que puede originarse por imprecisión en las medidas o por la presencia de otros factores ajenos al que pretende evaluarse. En este caso, los valores medios fueron muy próximos a uno (0,99), oscilando casi siempre entre 0,5 y 1,5. La excepción la encontramos en la pregunta 5 donde se obtuvo un *outfit* con valor de 1,54, algo superior a lo esperado para un ajuste idóneo, aunque la desviación es pequeña. En conjunto, puede decirse que el ajuste resultó bastante aceptable, lo que permite seguir adelante con el análisis.

Tabla 5. Datos de ajuste al modelo de Rasch y correlaciones poliserials pregunta-total

Preguntas	MNSQ Infit	MNSQ Outfit	Correlación Pregunta-total
1. Funcionamiento del sistema inmunitario	0,81	0,77	,71
2. Composición de las vacunas	1,07	1,03	,66
3. Funcionamiento de las vacunas	0,76	0,80	,58
4. Importancia de las vacunas	0,97	0,95	,63
5. Limitaciones de la vacunación	1,50	1,54	,40
6. Aspectos sociocientíficos de la vacunación	0,84	0,89	,59

Fuente: elaboración propia

Para investigar si el saber del alumnado resulta o no un conocimiento estructurado (objetivo 2), se analizó la unidimensionalidad de las escalas usadas. Esto puede evaluarse en el análisis de Rasch, en primera instancia, mediante las correlaciones de cada pregunta con la puntuación total del cuestionario (tabla 5). Los datos mostraron siempre valores por encima de ,50, excepto en el caso de la pregunta 5, donde la correlación fue de ,40, más modesta, aunque suficiente. Para un análisis más exhaustivo, el modelo de Rasch recurre a un análisis de componentes principales de residuos, mediante el que se obtuvo una varianza explicada por el factor principal del 42,5 %, mientras que la varianza inexplicada en primer contraste fue de 15,2 % y un valor propio de 1,58, que es menor de 2 —valor mínimo aconsejable para contemplar un segundo factor (Linacre y Tennant, 2009)—. En tales circunstancias, puede aceptarse cierta unidimensionalidad del conjunto de preguntas. Un segundo análisis, en el que se elimina la pregunta 5, que ya mostró ciertos problemas con el indicador *outfit*, hizo aumentar la varianza explicada hasta el 51,5 %, lo que sugiere que dicha pregunta estaría influida por un segundo factor ajeno propiamente al constructo inmunidad-vacunas; de ahí provenga probablemente el ruido de fondo detectado.

La secuencia de niveles de las categorías de la rúbrica constituye en sí misma la hipótesis de progresión puesta a prueba, la cual se contextualiza particularmente en cada pregunta. Se trataba ahora de validar las escalas contempladas en la rúbrica, para lo que también resultó útil el modelo de Rasch, utilizando las

curvas de probabilidad y el mapa de Wright (objetivo 3).

La figura 2 presenta las curvas de probabilidad obtenidas para el conjunto de seis

preguntas. Estas permiten pronosticar la categoría en que se situará un determinado estudiante en la escala de la rúbrica en función de la medida de su desempeño global en el cuestionario.

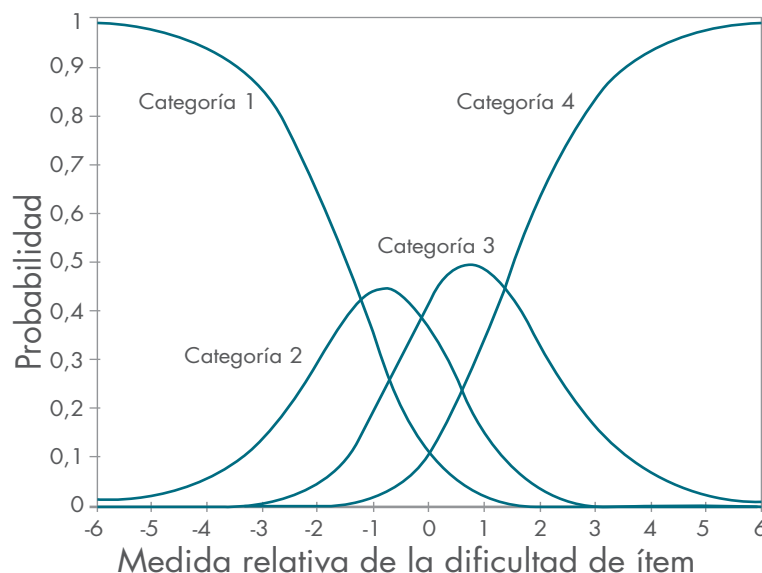


Figura 2. Probabilidad de respuesta en cada categoría en función del desempeño del estudiante

Un primer indicador de validez de la secuencia planeada en las escalas es que las distintas categorías sigan el orden lógico, de modo que la categoría 4 se sitúa más a la derecha, por ser la más exigente, siguiéndole, en este orden, las 3, 2 y 1, respectivamente. Un segundo indicador es que, aunque las curvas se solapan, se encuentran suficientemente separadas y diferenciadas. Como puede verse, ambas condiciones se cumplen, lo que muestra que las escalas mantienen una métrica lógica y consistente. Las verticales de los puntos de corte entre curvas son los umbrales de Andrich, que marcan los tránsitos de una categoría a otra. Como estos umbrales evalúan transiciones entre categorías, y se contemplan cuatro categorías de respuesta, el modelo proporciona tres umbrales.

Representando los resultados mediante el mapa de Wright (figura 3), se obtiene información desglosada por preguntas y una imagen

de conjunto que permite hacer comparaciones interesantes. Por encima del eje, aparece la distribución de medidas de desempeño global del alumnado en el cuestionario, siendo mayor este cuanto más a la derecha se sitúa el estudiante. Debajo se muestran los umbrales de Andrich (líneas verticales que separan las categorías), de modo que la complejidad de las categorías aumenta progresivamente de izquierda a derecha. Si un estudiante se sitúa a la derecha de un determinado umbral en una pregunta dada, significa que ese estudiante debería ser capaz de superar ese umbral. De la figura 3 se infieren tres conclusiones importantes. Primera, que los umbrales de Andrich aparecen para todas las preguntas perfectamente ordenados y separados de manera suficiente, algo que ya vimos que sucedía en términos globales con las curvas de probabilidades. Segunda, que aun cuando el orden secuencial de categorías es idéntico para todas

las preguntas, hay variación en la dificultad de las diferentes preguntas, siendo la sexta la más sencilla (más a la izquierda) y la primera la más compleja (más a la derecha). Tercera, que los niveles contemplados en las escalas de la rúbrica resultan apropiados para el desempeño de los estudiantes, ya que el intervalo de umbrales se solapa sustancialmente con el intervalo de desempeño de los estudiantes. En concreto, el solapamiento comprende el intervalo que va desde de $-2,5$ aproximadamente hasta casi $+2,3$ logits.

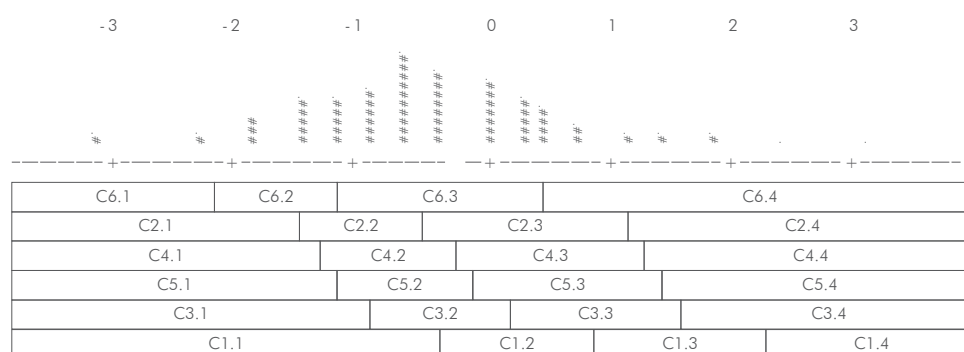


Figura 3. Mapa de Wright usando los umbrales de Andrich como límites entre categorías. El software utiliza el símbolo «#» para representar a cuatro personas y el símbolo «.» para representar de una a tres

Discusión y conclusiones

El análisis cualitativo de las respuestas permite, a través de la rúbrica usada, identificar los saberes del alumnado. Concretamente, una parte de este solo tiene un conocimiento experiencial de las enfermedades infecciosas, sin relacionar la función inmunitaria del organismo con ellas (nivel 1). También alejadas del conocimiento científico, hubo respuestas que asociaron, como una mera metáfora, la inmunidad con un sistema defensivo, sin reflejar la analogía implícita entre este y el sistema inmunitario (nivel 2). Hay estudiantes que se aproximan al modelo escolar de referencia (nivel 3) e incluso se ajustan a él (nivel 4), identificando partes y elementos concretos del sistema inmunitario, como también mecanismos y relaciones entre ellos. Estudios posteriores habrán de abordar con detalle las concepciones alternativas del alumnado de secundaria sobre este tema y cómo evolucionan con la enseñanza.

Los resultados indican que casi todas las preguntas mantienen un importante grado de unidimensionalidad. El conjunto sugiere que las respuestas del alumnado sobre el funcionamiento del sistema inmunitario y las vacunas no son ideas aisladas, sino que tienden a funcionar como un todo articulado. Según esto, el modelo científico escolar de inmunidad-vacuna parece servir de almacén para construir estructuras conceptuales complejas, partiendo de los conocimientos informales del alumnado, lo que es acorde con el modelo de integración jerárquica de Pozo y Gómez-Crespo (1998) y con el modelo

aprendizaje y ciencia escolar de Sanmartí e Izquierdo (1997). Más aún, el hecho de que, por lo general, los resultados de las preguntas de aplicación que aluden a la importancia colectiva y obligación de la vacunación converjan con los de carácter más teórico, refuerzan la importancia de una buena base de conocimientos en las actitudes y toma de decisiones, algo sobre lo que existe aún escasa literatura. La pregunta 5, sobre los riesgos de las vacunas, si bien converge con el resto, presenta matices propios de la influencia de un segundo factor, asociado probablemente a la idea de cómo funciona la ciencia. Así, la negación de los riesgos asociados a la vacunación podría reflejar una sobreestimación de la ciencia, lo que estaría corroborado por la frecuencia con la que aparecen argumentos de autoridad en las respuestas. En cualquier caso, se necesita más investigación para aclarar este punto.

Asimismo, el estudio de umbrales entre categorías de la rúbrica ha mostrado que estas cumplían un orden jerárquico, ocupando cada una un espacio razonable en el espectro de desempeño encontrado. Ello confirma la utilidad y nitidez de cada nivel contemplado en las mismas y el carácter progresivo de las escalas construidas. Por tanto, la rúbrica no solo es útil para evaluar el saber en torno al modelo de inmunidad-vacuna que se sustenta (nivel más avanzado), sino también para identificar modelos menos avanzados en la primera parte del cuestionario, como es el caso del modelo precientífico (nivel 1) o el defensivo (nivel 2), ya previstos en la literatura (López Rúa *et al.*, 2017; Maguregi González *et al.*, 2017). Esto unido a que la dificultad de las escalas manejadas resultara acorde al nivel de desempeño de la muestra diana, sugiere la posibilidad de utilizarlas como guía de un posible itinerario de progresión que facilite el aprendizaje a lo largo de la enseñanza.

No se discute aquí más a fondo el mapa de Wright (figura 3), lo que será objeto de otro estudio. No obstante, merece la pena destacar el potencial de este tipo de diagramas para identificar niveles mínimos de desempeño del alumnado en aspectos teóricos sobre inmunidad y vacunas (parte 1), necesarios para alcanzar una competencia suficiente en sus valoraciones y decisiones sobre las vacunas desde una perspectiva práctica (parte 2).

Además, es posible realizar una segunda lectura de los datos si se interpretan en clave de validación del instrumento empleado. De hecho, el modelo de Rasch suele emplearse como marco de validación de escalas de evaluación siguiendo los mismos criterios consignados. Desde esta otra perspectiva, y recapitulando, la validación de la rúbrica puede interpretarse en dos fases, una primera cualitativa de categorización de las respuestas de los estudiantes, y una segunda cuantitativa, realizada mediante el modelo de Rasch. El estudio cualitativo evidenció que la rúbrica es pertinente y completa. Por su parte, el análisis mediante el modelo de Rasch permitió validar la rúbrica en su conjunto y la métrica usada para las escalas correspondientes (Linacre, 2002). En el caso de la pregunta 5, las desviaciones detectadas no fueron desproporcionadas, concluyendo que las seis preguntas planteadas pueden conservarse en el cuestionario.

Una fortaleza de la rúbrica es que no se limita a evaluar conocimientos sobre el funcionamiento de la inmunidad, sino que también aborda los argumentos empleados ante la toma de decisiones y el debate sobre las vacunas, un aspecto considerado importante en la literatura (Lundström *et al.*, 2012).

Entre las limitaciones del instrumento de evaluación se apuntaría que el número de preguntas del cuestionario es escaso, que

no insuficiente. Pero, al ser preguntas abiertas, un número mayor implicaría un aumento del tiempo necesario para administrar la prueba y, con ello, una menor disposición del alumnado a responder.

Otra limitación se refiere al contexto de utilidad del instrumento, particularmente pensado para la educación secundaria obligatoria. En este sentido, si bien en cursos superiores el cuestionario serviría también para evaluar el desempeño, sería necesario ampliarlo y usar rúbricas que permitieran analizar saberes sobre aspectos más profundos del modelo.

En suma, el estudio ha permitido profundizar en el conocimiento sobre las ideas del alumnado en torno a los tópicos considerados, apreciándose unidad de constructo en torno a las distintas dimensiones consideradas en la evaluación y una secuencia progresiva de ideas acorde con los niveles o categorías contempladas en la rúbrica usada. Pero, además, nos proporciona una rúbrica de evaluación validada de interés para el aula y para futuros estudios, no solo como herramienta útil para el diseño de secuencias didácticas adecuadas al nivel de la ESO, sino también como instrumento de evaluación de la progresión en los aprendizajes.

Agradecimientos

Proyecto financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P.

Referencias

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 36, 63-75. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted63.75>
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación Química*, 23, 248-256. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30151-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9)
- Ageitos, N. y Puig, B. (2016). ¿Debería ser obligatoria la vacunación? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (83), 78-79.
- Aidoun, A., Mahdi, K., Tarichen, A., Zerhane, R., Madrane, M., Janati-Idrissi, R., y Laafou, M. (2016). Students' Perceptions on Some Immunological Concepts. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 16(3), 2028-9324. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- Andrade, V. A. de, Araújo-Jorge, T. C. de, y Silva, R. C. (2016). Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 21(3), 01. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p1>
- Bahamonde, N., Cremer, M. C., Mut, P. N., y Lozano, E. (2020). El desarrollo de una línea disciplinar para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación

- del profesorado en biología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 143-159. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-7920>
- Bihouès, M. A., et Malot, S. (1990). Quelques représentations à propos des vaccinations et des transplantations. *Aster*, 10(10), 27-46. <https://doi.org/10.4267/2042/9130>
- Blanco-Anaya, P., Justi, R., y Díaz de Bustamante, J. (2017). Challenges and opportunities in analysing students modelling. *International Journal of Science Education*, 39(3), 377-402. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1286408>
- Boone, W. J., Townsend, J. S., y Staver, J. (2011). Using Rasch theory to guide the practice of survey development and survey data analysis in science education and to inform science reform efforts: An exemplar utilizing STEBI self-efficacy data. *Science Education*, 95(2), 258-280. <https://doi.org/10.1002/sce.20413>
- Broadbent, J., Panadero, E., y Boud, D. (2018). Implementing summative assessment with a formative flavour: A case study in a large class. *Assessment y Evaluation in Higher Education*, 43(2), 307-322. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1343455>
- Brookhart, S. M. (2018). Appropriate criteria: key to effective rubrics. *Frontiers in Education*, 3, 22. <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00022>
- Bryden, G. M., Browne, M., Rockloff, M. y Unsworth, C. (2018). Anti-vaccination and pro-CAM attitudes both reflect magical beliefs about health. *Vaccine*, 36(9), 1227-1234. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.12.068>
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053. <https://doi.org/10.1080/095006900416901>
- Chiu, M. H., Lin, J. W. (2019). Modeling competence in science education. *Discip Interdiscip Sci Educ Res*, 1(12). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0012-y>
- Chowdhury, F. (2019). Application of rubrics in the classroom: A vital tool for improvement in assessment, feedback and learning. *International Education Studies*, 12(1), 61-68. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n1p61>
- Delgado, F. A., Lombana, C. A. S., y Ochoa, J. A. G. (2019). Las demandas de aprendizaje como claves para el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje que promueven la modelización. *Bio-grafía*, 12(23), 169-180
- Domínguez, A., Astray, J., Castilla, J., Godoy, P., Tuells, J. y Barrabeig, I. (2019). Falsas creencias sobre las vacunas. *Atención Primaria*. 51(1) 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.05.004>
- Gallardo, K. (2020). Competency-Based Assessment and the Use of Performance-Based Evaluation Rubrics in Higher Education: Challenges towards the Next Decade. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(1), 61-79. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.61>
- Gavidia Catalán, V. y Talavera, M. (2012). La construcción del concepto de salud. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26(26), 161-175. <https://doi.org/10.7203/dces.26.1935>
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En Gilbert, J. K., C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_1
- Gómez-Aragón, M. (2017). *Propuesta de análisis de las ideas del alumnado de 3º de ESO sobre*

las vacunas y la vacunación. *Un estudio de aproximación*. Universidad de Cádiz. <https://rodin.uca.es/handle/10498/19452>

- Gómez-Aragón, M., Aragón-Méndez, M. M., y Oliva-Martínez, J. M. (2023). La inmunología en las aulas de secundaria: una propuesta del modelo de inmunidad y vacunas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (111), 67-71.
- Greca, I. M., y Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Jiménez-Sarmiento, M. M., Campillo, N. E. y Cañelles, M. (2022). *Las vacunas*. CSIC-Catarara.
- Linacre, J. M. (2002). Optimizing rating scale category effectiveness. *Journal of Applied Measurement*, 3(1), 85-106. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11997586>
- Linacre, J. M. (2022). Winsteps® Rasch measurement computer program (Version 5.2.2). <https://www.winsteps.com/>
- Linacre, J. M., y Tennant, A. (2009). More about critical eigenvalue sizes (variances) in standardized residual principal components analysis (PCA). *Rasch Measurement Transactions*, 23(3), 1228.
- Lobera, J., Hornsey, M., y Díaz-Catalán, C. (2019). Los factores que influyen en la reticencia a la vacunación en España. En J. Lobera, M. Hornsey y C. Díaz-Catalán (Eds.), *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología* (pp. 13-35). FECYT.
- López, A. M., Orrego, M., y Tamayo, Ó. E. (2016). Modelos explicativos y su relación con las concepciones alternativas de estudiantes universitarios sobre inmunología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario, 1049-1057.
- López Rúa, A. M., Orrego Cardozo, M., y Tamayo Alzate, Ó. E. (2017). Inmunidad: modelos mentales de estudiantes universitarios. X Congreso Internacional Sobre Investigación. *Didáctica de Las Ciencias*. Sevilla. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/333975>.
- Lundström, M., Ekborg, M. y Ideland, M. (2012). To vaccinate or not to vaccinate: how teenagers justified their decision. *Cultural Studies of Science Education*, 7(1), 193-221. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9384-4>
- Maguregi González, G., Uskola Ibarluzea, A. y Burgoa Etxaburu, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237>
- Masters, G. N. (1982). A rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika*, 47(2), 149-174. <https://doi.org/10.1007/bf02296272>
- Neil, C., Battaglia, N. y De Vincenzi Zemborain, M. E. (2022). Marco metodológico para el diseño de rúbricas analíticas. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80), 198-215. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2425>

- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Oh, P. S. y Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Planinic, M., Ivanjek, L., y Susac, A. (2010). Rasch model-based analysis of the Force Concept Inventory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(1), 010103. <https://doi.org/10.1103/PhysRevstper.6.010103>
- Pozo, J. I. (2020). Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos. En D. Couso, M. R. Jiménez-Liso, M. C. Refojo y J. A. Sacritán (Eds.), *Enseñando Ciencia con Ciencia: Pruebas y mitos sobre enseñanza de las Ciencias*. Lilly-FECYT.
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Rodríguez-Mora, F., Cebrián-Robles, D. y Blanco-López, Á. (2021). An Assessment Using Rubrics and the Rasch Model of 14/15-Year-Old Students' Difficulties in Arguing About Bottled Water Consumption. *Research in Science Education*, 52, 1075-1091. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09985-z>
- Sanmartí Puig, N. (1997). La secuenciación de las actividades a lo largo de un proceso de enseñanza. *Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones* (pp. 21-26). <https://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ensenanza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmarti.pdf>
- Seel, N. M., Lehmann, T., Blumschein, P., y Podolskiy, O. A. (2017). Models of Instructional Design. *Instructional Design for Learning* (pp. 45-107). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-941-6_3
- Stevens, D. D. y Levi, A. J. (2013). *Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback, and promote student learning*. Stylus Publishing, LLC.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. y Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368. <https://doi.org/10.1080/09500690110066485>
- Vázquez-Ben, L. y Bugallo-Rodríguez, A. (2021). ¿Qué saben niños y niñas sobre evolución? Diseño y aplicación de un modelo científico escolar de evolución para educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1102

Forma de citar este artículo:

Gómiz-Aragón, M., Aragón-Méndez, M. M. y Oliva-Martínez, J. M. (2024). Análisis de los saberes del alumnado de secundaria sobre el modelo de inmunidad y vacunas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 100 - 116. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18761>



Enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria de jóvenes y adultos: hegemonías y resistencias

- Teaching Natural Sciences in Primary Schools for Young People and Adults: Hegemonies and Resistances
- Ensino de ciências naturais nas escolas primárias para jovens e adultos: hegemonias e resistências

Resumen

En este artículo de investigación exploramos las prácticas de enseñanza de Ciencias Naturales que se desarrollan en la educación primaria de jóvenes y adultos de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. Para ello, realizamos observaciones de clases y entrevistas al personal docente y directivo de instituciones de la modalidad y un taller de retroalimentación con personal de una de las escuelas participantes del estudio. Encontramos diferentes tensiones entre documentos curriculares, prácticas docentes y necesidades de formación docente continua no satisfechas. Reconocimos la existencia de prácticas hegemónicas descontextualizadas, que presentan una imagen inductivista de la ciencia, alejada de los territorios donde se enclavan los centros educativos. Identificamos también prácticas docentes con direccionalidad problematizadora de situaciones de injusticia, que promueven diálogos de saberes y vivires. Sin embargo, al no existir espacios institucionales para el intercambio y la reflexión entre docentes, estas prácticas no se sistematizan ni se difunden hacia el conjunto, lo cual les resta potencialidad transformadora.

Palabras clave

educación de adultos; educación intercultural; enseñanza de las ciencias; imagen de la ciencia; tensiones educativas

Abstract

In this research paper we explore the diversity of teaching practices of Natural Sciences that are carried out in the Primary Education of Youth and Adults in the province of Santiago del Estero. We conducted classroom observations and interviews with teachers and administrators and a feedback workshop with staff from one of the schools participating in the study. We found different tensions between curricular documents, teaching practices and unmet needs for continuous teacher training. We recognised the existence of hegemonic practices that are decontextualized, with an inductivist image of science that is far removed

Raúl Esteban Ithuralde* 
María Eugenia Moccagatta** 
Ana Gabriela Dumrauf*** 

* Doctor, Universidad de Buenos Aires. Profesor de la Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior y el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Investigador del Instituto de Estudios para el Desarrollo Social, Universidad Nacional de Santiago del Estero / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina. esteban@ccpems.exactas.uba.ar.

** Licenciada en Gestión Educativa. Maestra en Contextos de Encierro en Dirección General de Modalidades Educativas, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología del Superior Gobierno de la provincia de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina. mmocaggatta@gmail.com.

*** Doctora en Física. Profesora de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata. Investigadora Independiente en el grupo de Didáctica de las Ciencias – Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, Universidad Nacional de La Plata / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, La Plata, Argentina. gdumrauf@fahce.unlp.edu.ar.



from the territories where the educational centers are located. At the same time, there are teaching practices with a problematizing directionality of situations of injustice that promote dialogues of knowledge and experiences. However, in the absence of institutional spaces for exchange and reflection among teachers, these practices are neither systematized nor disseminated to the whole, which reduces their transformative potential.

Keywords

adults education; intercultural education; science education; image of science; educational tensions

Resumo

Neste artigo de pesquisa, exploramos as práticas de ensino de Ciências Naturais que são desenvolvidas no ensino fundamental para jovens e adultos na província de Santiago del Estero, Argentina. Para isso, realizamos observações em sala de aula e entrevistas com professores e diretivos de instituições desta modalidade e um workshop de feedback com a equipe de uma das escolas participantes do estudo. Encontramos diferentes tensões entre os documentos curriculares, as práticas de ensino e as necessidades não atendidas de formação continuada de professores. Reconhecemos a existência de práticas hegemônicas descontextualizadas, com uma imagem indutivista da ciência, a qual estava distante dos territórios onde estão localizados os centros educacionais. Também identificamos práticas pedagógicas com uma abordagem problematizadora de situações de injustiça, que promovem diálogos de conhecimentos e experiências. Entretanto, na ausência de espaços institucionais de troca e reflexão entre os professores, essas práticas não são sistematizadas nem disseminadas para o conjunto, o que reduz seu potencial transformador.

Palavras-chave

educação de adultos; educação intercultural; ensino das ciências; imagem da ciência; tensões educacionais

Introducción

La población que asiste a la Educación de Personas Jóvenes y Adultas (JyA) en Argentina se caracteriza por tener múltiples derechos vulnerados (Kurlat, 2007; Ithurralde y Dumrauf, 2019; Messina, 2016). En el caso de la Educación Primaria en Argentina, puede caracterizarse como compensadora y sostenida por un cuerpo docente que no ha tenido, en su mayoría, formación específica en la modalidad (Blazich y Ojeda, 2013; Praderio, Luzuriaga y Furman, 2019; Lorenzatti y Ligorria, 2016). Es un espacio heterogéneo en términos de población estudiantil, formación y práctica de sus docentes, espacios físicos en que transcurre, etc. El estudiantado ha sufrido múltiples vulneraciones de derechos humanos, no solo en el nivel educativo, sino en el laboral también (en general, poseen trabajos informales y en condiciones de vulnerabilidad). Los estudiantes deben asumir responsabilidades sobre familiares que requieren cuidados (mayores, infantes, personas enfermas, entre otras) o migraciones no necesariamente voluntarias. En cuanto a la vulneración del derecho a la educación, la asistencia a clase por sí misma no garantiza una inclusión efectiva, ya que se necesita una semejanza de aprendizajes respecto de la educación “común” (de niños); la recuperación de sus saberes, experiencias y cultura como estrategia de enseñanza que tenga como objetivo desatar los nudos construidos a partir de marcas de enseñanza y exclusión que obstruyen el aprendizaje (Kurlat, 2014).

En este marco, buscamos indagar, específicamente en la provincia de Santiago del Estero- Argentina, acerca de las diferentes prácticas de enseñanza desarrolladas en el campo de las Ciencias Naturales (CN) en la EPJA, enfocando el trabajo en contenidos priorizados y enseñados; materiales utilizados y los que el cuerpo docente desearía disponer y las perspectivas de enseñanza desarrolladas.

Antecedentes

La provincia de Santiago del Estero cuenta con uno de los índices más altos de analfabetismo a nivel país (un 4,0% de la población mayor de 10 años se autopercibe como tal). De acuerdo con los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), el 20% de la población santiagueña mayor de 15 años, no ha terminado la primaria; esto representa a 119.113 personas, lo cual duplica la media nacional. Esto da cuenta de una alta demanda potencial¹ relevada a escalas provincial y nacional para la Educación Primaria de Personas Jóvenes y Adultas.

En trabajos previos, caracterizamos la EPJA en Santiago del Estero como compuesta por una población estudiantil joven, cuyos derechos humanos fundamentales han sido vulnerados. Les² docentes provienen mayormente de sectores populares, y han estudiado, en general, para enseñar educación primaria (muchos con título específico en JyA, a diferencia de otras jurisdicciones), pues identifican este campo como mejor opción laboral, accesible en sus diversas situaciones, no como deseo o aspiración personal. Aunque en su gran mayoría poseen título orientado a la modalidad, manifiestan tener déficit en la formación específica para el trabajar en esta, no pudiendo encontrar opciones adecuadas de formación continua —concordante con otras jurisdicciones (Lorenzatti y Ligorria, 2016)—. Estes docentes describen al estudiantado

1 El grupo de María Teresa Sirvent ha construido el concepto de demanda potencial para aludir a aquella población de 15 años o más que no ha concluido su escolarización primaria y no asiste a establecimientos educativos. La demanda efectiva está constituida por “las aspiraciones educativas que se traducen de manera concreta en experiencias de EPJA [Educación de JyA] en un momento determinado” (Llosa *et al.*, 2001, p. 28).

2 Usamos la letra “e” para dar cuenta de la diversidad de orientaciones de género que desbordan el par binario femenino/masculino.

desde sus carencias, son igualmente descuidados por el Estado (en su salud, integridad física, su formación, en los espacios materiales que les son asignados para trabajar) y mantienen un importante compromiso hacia su labor. Muchas de las estrategias que despliegan han sido construidas en su práctica, como un oficio (Ithuralde y Dumrauf, 2019, p. 59). En su gran mayoría, las escuelas de la modalidad JyA utilizan edificios compartidos con otras instituciones, cuyo uso se significa en calidad de *prestados*.

Les maestros de JyA en Santiago del Estero reconocen la diversidad como una característica primordial del estudiantado, centrada fundamentalmente en la edad cronológica y en las carencias (de saberes escolares aprendidos, de la multiplicidad de trayectorias de vulnerabilidad, etc.) (Ithuralde y Dumrauf, 2021), sin reconocer ni valorar el conjunto de saberes que estas personas han construido en sus trayectorias vitales. En su mayoría, no consideran la diversidad presente en sus aulas como vehículo para el aprendizaje (Ithuralde y Dumrauf, 2021), sino que se plantean estrategias de nivelación (homogeneizantes) pensadas como forma de inclusión social y educativa.

En pasados trabajos sobre la Educación en Ciencias Naturales en la Educación Primaria de JyA, a partir de un estudio de caso, encontramos que una perspectiva integradora entre las distintas áreas escolares de conocimiento, que retoma las problemáticas del estudiantado, resultaría una fértil orientadora para la modalidad (Praderio, Luzuriaga y Furman, 2019). En su tesis de doctorado en Educación en Arizona, Melody Basham (2012) planteó que la realización de proyectos de ciencia ciudadana en las aulas de la Educación de Adultos resultaría una poderosa estrategia para vincular la enseñanza de las Ciencias Naturales con las prácticas del lenguaje y para promover el pensamiento crítico, logrando incrementar las colaboraciones con la comunidad. En la educación media de JyA, en un trabajo con docentes de Química, Marcelo Lambach y Carlos Alberto Marques (2009) caracterizaron Estilos de Pensamiento que guían la práctica docente, tradicionalmente empirista, valorando la realización de actividades experimentales. Seleccionaron contenidos en relación con la Educación de adolescentes, que mayoritariamente usan ejemplos de la vida cotidiana para ilustrar teorías químicas y no como forma de problematizar el carácter social del conocimiento químico escolar.

Marco Teórico

Nos posicionamos desde pedagogías críticas, en particular, desde el paradigma interpretativo crítico (Carr y Kemmis, 1988). Entendemos que la escuela se comporta como un primer nivel de integración dentro del sistema educativo. En ella operan mecanismos de control y represión por parte de la burocracia estatal, de violencia simbólica desde otros ámbitos sociales como medios de comunicación y que constituyen procesos de (re)producción hegemónicos que, para ser efectivos, necesitan recrearse y actualizarse constantemente. Una mirada desde abajo, sin

embargo, reconoce la heterogeneidad existente en estos espacios, de prácticas, trayectorias y vínculos, que habilitan así a la construcción de procesos de resistencia y contrahegemonía, con mayor o menor grado de organización colectiva (Ezpeleta y Rockwell, 1982).

Retomamos en nuestro análisis sobre el procesamiento de la diversidad en las escuelas a la interculturalidad crítica, que implica la identificación de asimetrías y desigualdades actuales en la relación entre culturas, reconstruyendo la forma en la que la diversidad sociocultural se ha relacionado históricamente con dichas asimetrías, la forma en la que se produce socialmente una jerarquización de la diferencia (Díaz y Rodríguez de Anca, 2014). A la vez, la Enseñanza de las Ciencias Naturales Vivencialmente Significativa propone la generación de situaciones educativas en las que se experimente hacer ciencia en la cotidianeidad y se problematice, en este hacer, la experiencia cotidiana (Camino, 2021).

Entendemos a las prácticas alternativas como aquellas que se distancian del modelo educativo dominante (Puiggrós, 1994). Dentro de ellas, existen prácticas transformadoras promovidas desde una intencionalidad emancipatoria, que pretenden generar movimientos individuales y colectivos de liberación (Loureiro, 2003).

Metodología

Desarrollamos un estudio de corte cualitativo, exploratorio y descriptivo (Cohen y González, 2019), con el objetivo de indagar las formas de enseñanza desarrollada en la Educación Primaria de personas JyA (EPJA) en Santiago del Estero, Argentina. Realizamos entrevistas y observaciones en centros educativos y escuelas, cercanos a la ciudad capital de la provincia, elegidas por un criterio de muestreo intencional, basado en abarcar la mayor diver-

sidad posible de experiencias y poblaciones, teniendo en cuenta su accesibilidad. Hemos entrevistado a 23 docentes de 5 Escuelas de Educación Básica de Adultos (EEBAS), que representaban la totalidad del personal de estas instituciones educativas: personal directivo, docente, celadores, y de 3 centros de Educación Básica de Adultos (CEBAS, escuelas de personal único) entre los años 2016 y 2017, sobre una población total de 317 personas que trabajan en este ámbito como personal docente y/o directivo (DINIEE, 2017). Antes de cada entrevista, se explicitó su carácter voluntario. A los docentes y directivos se les preguntó sobre su trayectoria (de formación y laboral), cómo eligieron o llegaron a ser docentes en la Educación Primaria de JyA, cómo seleccionaban los contenidos a enseñar, qué contenidos consideraban prioritarios, cuáles materiales disponían y usaban en la enseñanza y cuáles desearían disponer, y sobre cómo describirían a sus estudiantes. Las entrevistas fueron grabadas en audio y, posteriormente, transcritas en su totalidad. Se realizaron además observaciones de clases e institucionales en los mencionados establecimientos educativos, en las que se acompañó una jornada de un curso de cada institución. Estas fueron registradas en cuadernos de campo, produciendo notas durante las mismas, que fueron aumentadas sucesivamente en los días posteriores a partir de relecturas del cuaderno. Las observaciones participantes y entrevistas semiestructuradas habilitaron una primera inmersión en el campo de la EPJA en un doble relevamiento: de manera contextual y con interacciones personales con los actores. El análisis de la información se realizó en procesos espiralados que comprendieron ciclos de codificación abierta y generación conceptual (Strauss y Corbin, 2002).

Al tiempo, se analizó el cuaderno de campo de una docente que, con base en las entrevistas realizadas, habíamos inferido que

reconocía la diversidad del estudiantado y que desarrollaba prácticas transformadoras.

Se triangularon informaciones obtenidas a través de entrevistas, observaciones de clase y de dinámicas escolares, de conversaciones informales con el personal escolar y estudiantes, y con información documental. Finalmente, tras un primer análisis, se desarrolló un taller de retroalimentación con docentes de una EEBA (directora, celadora y 5 docentes) en el que construimos nuevas hipótesis y validamos primeras conclusiones (Rigal y Sirvent, 2007).

Resultados y Análisis

¿Qué contenidos dicen priorizar los docentes en el área de Ciencias Naturales en la EPJA?

Para la EPJA en Santiago del Estero existen tres documentos vigentes que prescriben contenidos curriculares (Ithuralde y Dumrauf, 2022): 1) los acuerdos federales expresados en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAPS); 2) El Diseño Curricular (DC) para la Educación General Básica (EGB), ciclos 1 y 2, sancionado por el Ministerio de Educación del Superior Gobierno de la provincia de Santiago del Estero (MESdE) en 1997; 3) un Diseño Curricular (DCJyA) para la EPJA, sancionado por la Dirección General de Modalidades Educativas del Ministerio de Educación del Superior Gobierno de la provincia de Santiago del Estero en 2004, con base en el DC y orientado por los CBC. Este último ha sido poco difundido y la mayoría de las instituciones carecen de él.

Estos tres documentos se encuentran vigentes, y responden a modelos curriculares con lineamientos de enseñanza contradictorios. El DC y el DCJyA devinieron de la Ley Federal de Educación de 1993, de corte privatista, con un marco para la formación por competencias y con efectos fragmentadores sobre el sistema. Por otro lado, los NAPS surgieron a partir de la Ley de Educación Nacional de 2006, la cual buscaba rearticular el sistema educativo bajo una lógica de inclusión educativa y de formación por problemas. El cuerpo docente dice planificar mayormente en función de este último documento.

Al consultar al personal docente sobre la importancia de las CN en la EPJA, la mayoría sostiene que lo primordial son las áreas de Lengua y Matemática (Ithuralde y Dumrauf, 2019). Se pierde entonces la semejanza de aprendizajes propuesta para todas las aulas (CFE, 2013), en tanto que ya no se pretende que las personas JyA aprendan todo un conjunto de saberes que sí se busca en les niños, pues aquellas han sido previamente expulsadas del sistema educativo —por segunda (o enésima) oportunidad—. Aparece así el carácter compensador asignado a la EPJA y una dimensión de la desigualdad de condiciones en que transitan estos estudiantes su escolaridad, respecto a quienes tienen trayectorias escolares esperadas:

Área de ciencias naturales casi no se la trabaja. Faltan más horas. Es como que te olvidas. Damos más importancia a lengua, matemática. Leer, interpretar todo eso lo puedes hacer en ciencias naturales. Algunas áreas son más abstractas y uno tiene que hacerse [desarrollar estrategias propias], ver cómo mostrar eso en lo concreto. (Entrevista 3)

En este fragmento aparece otra cuestión relevante: el vínculo entre los contenidos de CN y lo concreto, la “vida cotidiana” del estudiantado, entendiéndolo como necesario. Esta necesidad estaría justificada en la intencionalidad de que el aprendizaje sea “significativo”. Entendiendo la significatividad relacionada con conexiones entre los conceptos a enseñar y las experiencias de la vida cotidiana. De acuerdo con otra docente entrevistada:

Nosotros tenemos algo que podemos guiarnos aquí. Tenemos como una currícula le decían antes, donde vemos más o menos qué podemos dar.

Yo de todos modos selecciono algo que van a usar a diario, a mí no me sirve darles cosas que ellos no van a usar [...] hay cosas que ellos tienen que saber manejar. [...] Si bien vos no puedes ver en profundidad todos los temas, pero que tengan idea de lo que estás hablando. Si les preguntan algo en la calle, o si ellos si van a una verdulería cómo van a aplicar lo que se les enseña aquí, lo que les toca vivir a diario a ellos. No tiene sentido darles algo que no saben lo que les estás dando. Y les hago hincapié en ello, algo que les sea útil y les sirva a ellos. (Entrevista 22)

En esta área desjerarquizada, el personal docente prioriza, en línea con los argumentos anteriores, contenidos relacionados al medio ambiente y la educación para la salud, que consideran cercanos a las vidas cotidianas del estudiantado y útiles para ella.

Ellos han quedado comenzando un tema que es la célula. De ahí, he decidido continuar con biodiversidad. Trato de organizar temas acordes a sus realidades: aparato reproductor masculino y femenino. Para que las chicas conozcan su ciclo. Los varones no tienen noción de eso. Hacen uso de anticonceptivos, pero no saben para qué es. Los 2 años anteriores hemos trabajado cosas que bajaban del nivel: gripe A, dengue, alguna cosita más. (Cuaderno de campo, Entrevista 12, 2017)

Educación sexual. Aunque no sepan escribir, tienen compañeros que le dan panfletos: HIV, enfermedades, higiene personal. Algunos le toman risa, tienen vergüenza. En la casa no se les habla. Trabajamos panfletos con dibujo y todo, de lo que se inyectan, drogan, chicos que están en eso. (Cuaderno de campo, Entrevista 8, 2017)

De acuerdo con la información relevada en las entrevistas, la Educación en Salud desarrollada por estos docentes presenta, centralmente, una perspectiva biologicista. Por un lado, desde los niveles centrales del sistema educativo los contenidos a trabajar que se prescriben se relacionan con enfermedades, en particular aquellas que son transmisibles y que han tenido brotes de importancia epidemiológica en el pasado reciente (por ejemplo, el dengue). Resulta llamativo que el DCyA solo realice prescripciones emergentes en CN sobre estas temáticas complejas de salud y ambiente (y no haya prescripciones sobre ningún otro tipo de contenidos más tradicionales que sí aparecen en el DC de niños como energía, materiales, los seres vivos, la Tierra y el Universo). Además, estas temáticas (que dan lugar a abordajes eminentemente interdisciplinarios por la complejidad propia de las problemáticas) solo aparecen en el área de CN. La concepción de salud subyacente se acercaría

a la del enfoque biomédico, caracterizada por su oposición a la enfermedad, privilegiando el tratamiento y la cura del cuerpo y excluyendo influencias en niveles diferentes al biológico (Breilh, 2013). No habría una consideración de las determinaciones sociales de la salud, cuestión que también está ausente en los diseños. Por debajo de este discurso, que focaliza en la higiene, embarazos, enfermedades de transmisión sexual y problemas con sustancias de uso no legal, subyacería una suerte de minorización de las personas jóvenes y adultas, una posición de tutelaje desde el Estado que se encarnaría en el personal docente y directivo (Ithurralde y Dumrauf, 2019 y 2021). Se sostendría en una perspectiva moralista y moralizante, deshumanizadora en tanto no dialoga con los saberes, vivires y sentires propios de las personas en estas temáticas tan relevantes para sus experiencias vitales (Mercon *et al.*, 2014). En particular, estas prácticas de enseñanza no serían coherentes con el enfoque de diversidad propuesto en los NAPS, en la perspectiva de los estudiantes como sujetos de derechos presente en la Ley de Educación Nacional N.º 26206 y el abordaje no biologicista de la salud propuesto en la Ley de Educación Sexual Integral N.º 26150, ambas sancionadas en 2006.

Una primera tensión identificada en la enseñanza de las CN en la EPJA es la existencia de múltiples documentos curriculares, con diferentes enfoques. En particular, esta tensión se presenta, por un lado, ante la falta de difusión del currículo propio de la modalidad, el DCJyA. Por otro, debido a la ausencia de contenidos propios de CN en dicho DCJyA, y a la adaptación que debe realizar cada docente de los contenidos provenientes del currículo de la Educación Primaria de niños.

¿Qué materiales utiliza y qué materiales esperaría disponer el cuerpo docente de la EPJA para la enseñanza de las Ciencias Naturales?

Los docentes entrevistados usan mayormente libros (de primaria de niños y de secundaria de adolescentes), fotocopias, recortes de diarios y revistas, láminas como recursos en sus clases. Una estrategia es la realización de dibujos por parte del estudiantado: "Uso mucho el dibujo. Que ellos a través de un dibujo puedan integrar lo aprendido en forma teórica. El año pasado pude expandirme más en el uso de esos recursos, láminas y dibujos" (Entrevista 12, 2017).

Los materiales utilizados no están pensados para la población destinataria. En nuestras observaciones de las aulas, hemos identificado que las láminas son producidas por editoriales dirigidas a estudiantes de la Educación Primaria de niños. Asimismo, la mayoría de las fotocopias que utilizan los docentes provienen de manuales dirigidos a infantes. Los dibujos relevados en las carpetas son más bien diagramas sencillos, semejantes a los pedidos en la Educación Primaria de niños. Por ejemplo, encontramos diagramas de un árbol con los nombres de sus partes, del sistema solar, de las capas internas de la Tierra, de la célula, del sistema digestivo, entre otros.

En cuanto a los materiales que deberían tener para sus clases, hay una larga lista que incluye infraestructura, instrumental y elementos audiovisuales: más videos a la altura de ahora, actualizados. (Entrevista 4, 2017)

Un laboratorio o, al menos, cosas básicas. Poder armar un rincón donde puedan investigar o ver. (Entrevista 6, 2017)

Una mesada con materiales a investigar. Sería hermoso. Aquí tenemos contaditas las aulas, un aula de ensayo. El adulto está en el grado y nosotros le damos las clases. Es más dinámico ir a un salón con equipamiento y hacer distintas pruebas. La primaria tiene, pero es de la primaria. (Entrevista 7, 2017)

Por lo menos biblioteca. Y videos. Todo elemento que pueda trabajarse con ellos. Aquí no tenemos nada. Todo hacemos a través de fotocopia. (Entrevista 8, 2017)

Lupa, microscopio, maquetas del cuerpo humano. O para trabajar con los huesos. Identifican muy bien, pero les cuesta escribir. (Entrevista 10, 2017)

Por ejemplo, que conozcan un microscopio —nuestros alumnos no lo conocen—, para ayudarles a hacer un experimento. Lo básico para los experimentos. Tubos de ensayo (Entrevista 17, 2017).

Laboratorio, cosa que no vamos a tener. Que nos hagan escuela para nosotros. Primaria tiene sala de computación, laboratorio, pero no comparte. (Entrevista 19, 2017)

Laboratorio sería lo más imprescindible. (Entrevista 21, 2017)

En las entrevistas aparece, por un lado, un deseo de equiparación con la Educación Primaria de niños en términos de materiales

y equipamiento: el disponer de bibliotecas, proyectores, láminas, material audiovisual pensado para las personas JyA que asisten a las escuelas primarias. Incluso, en muchas de estas instituciones, esta demanda se resolvería pudiendo compartir enteramente la infraestructura de los edificios que utiliza la EPJA, ya que, aunque en muchos de ellos hay bibliotecas y en algunos laboratorios, estos espacios quedan reservados para el uso de la Educación Primaria de niños, que se imparte en forma diurna. Se necesitaría material bibliográfico actualizado y dirigido a la población joven y adulta que asiste a esta modalidad, con variedad de formatos y soportes. Es decir, las mismas condiciones materiales precarias en que se desarrolla la EPJA generan una tensión en la práctica educativa, en tanto hay un uso diferencial, desfavorable para la modalidad, de la infraestructura y el equipamiento escolar. A ello se suma la falta de acceso a materiales que, a juicio de los docentes en función de su experiencia, serían necesarios para equiparar las condiciones de enseñanza de la EPJA con la Educación Primaria de niños.

Por otro lado, la mayoría de los docentes refieren la necesidad de disponer de material de laboratorio, un espacio propio para el laboratorio o incluso un “rincón” (que remite a las divisiones espaciales por tareas en el Nivel Inicial, hasta los 5 años). En este sentido, aparece muy fuertemente la noción de que, para poder realizar experiencias de ciencia escolar en la Educación Primaria, es necesario, si no imprescindible, disponer de cierto equipamiento especial.

Sin dejar de considerar el peso de la carencia que poseen sus instituciones, ni la intención de que sus estudiantes, por ejemplo, “conozcan un microscopio”, estos docentes se posicionarían desde una perspectiva en la que la enseñanza y el aprendizaje de las CN se centrarían en la observación y la experimentación.

“Hacer distintas pruebas”, “investigar o ver” remitirían a una concepción de la ciencia como cuerpo cerrado de conocimientos. En los discursos se evidencia la escasa consideración del valor de la duda y la pregunta en la enseñanza. Esta visión tradicional de la ciencia y su enseñanza promovería que se deje de lado la posibilidad de intervenir en cuestiones sociales cercanas a los estudiantes vinculadas a las CN. Esta posibilidad podría emerger de un diálogo profundo y sincero entre docentes y estudiantes, en el que se promoviera la reflexión en torno a la naturaleza de las ciencias, debatiendo con las representaciones hegemónicas que la suponen un conocimiento acabado, objetivo o absolutamente verdadero (Pujalte *et al.*, 2014). Implicaría, a su vez, ingresar a las aulas las distintas posiciones epistemológicas de la ciencia como también los complejos procesos históricos que la han conformado.

¿Qué contenidos de Ciencias Naturales son enseñados en la EPJA en Santiago del Estero?

Con base en el análisis de producciones de estudiantes relevadas en el área de CN, identificamos el abordaje de las siguientes temáticas, que categorizamos por disciplinas:

Tabla 1. Categorización de temáticas trabajadas en clases de Ciencias Naturales en la EPJA

Disciplina/s	Biología	Física	Química	Ciencias de la Tierra, la Atmósfera y los Océanos y Astronomía
Temas	Seres Vivos y Seres No Vivos Seres Vivos. Clasificación Seres Vivos. Funciones Seres Vivos. Niveles de organización Seres Vivos. Biodiversidad. Ecosistemas Plantas y fotosíntesis Células	Tipos de Energía	El Agua	El Universo Sistema Solar Geósfera

Fuente: elaboración propia en base a carpetas de estudiantes.

Así, las temáticas abordadas por los docentes abarcan diversos contenidos prescritos en el DC y los NAPS (Ithualde y Dumrauf, 2022). Esta revisión de las producciones de estudiantes develó mayor amplitud temática que la explicitada en las entrevistas respecto a contenidos priorizados en clases de CN en la EPJA. Sin embargo, la mayoría de los temas se inscriben en la disciplina de la Biología, abarcando su estudio más de la mitad de cada año.

En el taller de retroalimentación (Sirvent y Rigal, 2007), las docentes manifestaron verse obligadas a enseñar la diversidad de contenidos presentes en los NAPS, ya que son auditadas por el personal de supervisión. En este sentido, los documentos curriculares jugarían un papel explícito de regulación de la

práctica docente (Terigi, 1999). Aunque las estrategias de enseñanza puedan alejarse de las prescripciones, los temas trabajados (reflejados en producciones del estudiantado y libros de temas de las instituciones educativas) siguen siendo en esta modalidad muy cercanos al currículo prescripto (para niños de nivel primario), a pesar de que difieren de los contenidos que los docentes consideran prioritarios (relacionados con el medio ambiente y la educación para la salud). Esta situación evidencia, a su vez, tensiones entre las apreciaciones del personal docente que, de acuerdo con la información relevada en las entrevistas, priorizarían, a través de la selección contenidos, una reconfiguración del currículo en función de sus destinatarios y el mismo prescripto que sigue al currículo de la Educación Primaria de niños. Tensiones que, en la práctica, se resuelven en un sentido hegemónico, es decir, siguiendo al currículo prescripto.

En el taller de retroalimentación mencionado, las docentes también identificaron a la formación continua con especificidad en la modalidad y la producción de materiales didácticos específicos por parte del Estado como estrategias que les brindarían herramientas para promover la inclusión. Estas demandas darían cuenta de la necesidad de un trabajo más articulado entre los niveles centrales del sistema y los centros educativos, que le dé amparo y cuidado al personal directivo y docente en tareas tan complejas en el trabajo con poblaciones múltiplemente vulnerabilizadas.

En las clases observadas, hemos reconocido que, en sus segmentos iniciales (Steiman, 2007), se busca recuperar lo abordado en momentos o clases previos. Hay poco trabajo centrado en el estudiantado, con escasas actividades en las que se promuevan trabajos grupales o intercambios entre pares, ni actividades constructivas individuales y debates

horizontales posteriores. Aparecería así una pedagogía en acto (no necesariamente reflexionada) en la que el saber está centrado en el personal docente (Lerner, 1996), contrariamente a prácticas que se han encontrado fértiles para la enseñanza de las CN en la EPJA (Praderio, Luzuriaga y Furman, 2019). Si bien les docentes manifiestan intentar recuperar ideas previas del estudiantado sobre las temáticas abordadas, parecieran considerar que ese conocimiento no es válido. El hacer un brevísimo interrogatorio, de unos pocos minutos, a través de “preguntas problematizadoras” al inicio de la clase es una estrategia habitual de relevamiento de ideas previas, pero en general sin dar tiempo a los estudiantes a producir respuestas organizadas, ni poder elaborar un discurso argumentado para comunicarlas. En este mismo sentido, hemos encontrado en las carpetas de los estudiantes, que, entre las actividades registradas, las privilegiadas serían: el dictado, la copia del pizarrón, completar oraciones y dibujar esquemas.

Sin embargo, en la diversidad existente, encontramos prácticas alternativas en un sentido democratizante. El compromiso construido en la historia de la EPJA da un marco a la búsqueda de prácticas que recuperen voces, saberes y sentires de las personas que asisten a esta modalidad para producir nuevos saberes de forma colectiva. El siguiente es el relato de una docente, entre varios obtenidos, acerca de una experiencia sobre alimentación y nutrición realizado en contexto de encierro:

Un estudiante comenta acerca de la situación de salud que estaba atravesando. Comenta los síntomas y atribuye su malestar a la comida tumbada que sirven en el penal. Los demás estudiantes se suman al diálogo y expresan la mala atención de los médicos. Ante esto se organiza un proyecto áulico para trabajar el contenido del cuidado del cuerpo para el mantenimiento de la salud con el

objetivo de que los estudiantes logren, a través de la problematización, la reflexión de los contenidos con sus realidades culturales y puedan generar un mayor compromiso con el tema y un alcance más profundo de comprensión.

Al comenzar la clase siguiente, se saluda a los estudiantes y se pregunta por la salud de todos, se habla sobre el caso del compañero enfermo y se generan preguntas de las cuales seleccionamos una: ¿cómo puedo estar saludable? Se discuten las hipótesis. La mayoría enfocan sus ideas en los aspectos físicos o biológicos, señalando la atención médica del penal como ineficiente y la comida como mala. Se indaga acerca de la comida que consumen y la asistencia de salud del penal.

Luego del diálogo, se trabaja el concepto de salud integral para dejar en claro los distintos factores físicos, biológicos, emocionales, mentales, espirituales y sociales que intervienen en aquel mediante lecturas de textos; se leen análisis clínicos simples que los estudiantes llevaron de situaciones de salud atravesadas, junto con guías alimentarias de los envases de los distintos alimentos que se consumen en el penal, con las cuales caracterizaron a estos en función de los nutrientes que poseen. Se realizan listados de atención para la salud con las cuales cuenta el penal con la intención de dar a conocer sus usos y su forma de acceder a ellos: sala de primeros auxilios, área de psicología, área de servicio social, áreas de deporte y recreación. El tema se desarrolló en varias jornadas, ya que los estudiantes iban trayendo sus inquietudes cotidianas a clase, por ejemplo, al leer algunos documentos un alumno advirtió que el médico que los atiende es “ginecólogo”. Les estudiantes preguntaron por esto, por lo que se buscó información y se trabajó acerca de las especialidades en medicina.

Para cerrar el proyecto, se trabajó en la escritura de dos tipos de textos, uno en donde los estudiantes dejaron en claro las ideas sobre la pregunta inicial y otros puntos claves como hábitos que deterioran la salud o las desigualdades en el sistema de salud. Un segundo texto sirvió para dar a conocer a los demás internos de la unidad carcelaria sobre el tema. Por ejemplo, hábitos o acciones saludables que pueden llevarse a cabo diariamente en su contexto. (Comunicación personal, 2021).

En este caso, la docente prioriza problemáticas concretas relevantes para el estudiantado y realiza articulaciones interareales. Asimismo, problematiza desigualdades múltiples que experimentan los estudiantes: socioeconómicas, de salud y, en otros casos, ambientales, educativas, etc. Esto es posible con base en el diagnóstico de las diversas vulneraciones que ha sufrido esta población de estudiantes (Ithuralde y Dumrauf, 2019, 2021). La docente se refiere al trabajo sobre ciertas perspectivas de la ciencia escolar (Izquierdo *et al.*, 1997): la comunicación en ciencias (en diálogos orales, en la escritura, etc.) y los modelos de ciencia escolar (en otro episodio relatado, aborda procesos del ciclo del agua que ocurren dentro del penal a partir de la falta de acceso a la misma). A partir de estos, recupera, de manera crítica, contenidos prescriptos en el currículo como

nutrición y promoción de la salud (Ithuralde y Dumrauf, 2022). Así, promueve prácticas auténticas de ciencia escolar que no necesitan de equipamiento ni espacios especiales, sino que se construyen en el territorio escolar, resignificándolo. A la vez, retoma contenidos prescriptos para la enseñanza de las ciencias naturales y valoriza, en el proceso, saberes provenientes de las trayectorias de vida del estudiantado, problematizando su experiencia. Podemos entonces pensar que en este proceso de especificación curricular (Terigi, 1999), se está realizando una interpretación del currículo que, para enseñar la ciencia escolar, seguiría lineamientos de las pedagogías críticas latinoamericanas, en particular, de la Educación Popular (Defago e Ithuralde, 2021; Bastos Marchesoni, Garboggini Di Giorgi y Midori Shimazaki, 2022).

Este relato pondría de manifiesto un doble movimiento: un acercamiento a una perspectiva de interculturalidad crítica (Díaz y Rodríguez de Anca, 2014) y a una Educación en Ciencias Vivencialmente Significativa (Camino, 2021). El acercamiento a la interculturalidad crítica se daría en tanto la docente genera estrategias para poner en diálogo saberes, sentires y vivires del estudiantado, los valoriza y problematiza, promoviendo una mirada crítica de su realidad social. Hay además una práctica vivencial de una ciencia escolar, por ejemplo, en el proceso de registro y análisis de envases alimentarios relatado por esta docente que se relacionaría con una perspectiva de la Educación de las Ciencias Naturales Vivencialmente Significativa. Se trataría de una ciencia escolar practicada en las aulas en constante intercambio con las experiencias y significaciones del estudiantado, fomentando un diálogo entre, por ejemplo, el lenguaje “tumbero”, que la docente reconoce como propio de las personas privadas de su libertad, y el lenguaje de la ciencia en clave

escolar, entre saberes estudiantiles sobre la realidad “tumbera” y saberes de la ciencia escolar. Este encuentro entre la Educación en Ciencias Vivencialmente Significativa y la interculturalidad crítica (y extendida) ha mostrado ser fértil para la enseñanza también en dispositivos virtuales de formación docente (Becerro *et al.*, 2022), pero no había sido descripto en la Educación de JyA.

Conclusiones

El campo de la enseñanza de las CN en la EPJA da cuenta de posiciones conflictivas. Por un lado, normativamente tiene el objetivo de restituir a la educación como un derecho, que desde una perspectiva de justicia curricular (Terigi, 1999) podríamos pensarlo desde una enseñanza emancipadora y justa, y, por otro, reproduce prácticas de enseñanza opuestas a dicho compromiso. Muestra de ello son los resultados obtenidos en el presente trabajo, sobre las categorías analizadas: los contenidos priorizados y los enseñados, los materiales utilizados y los que el cuerpo docente desearía disponer y la perspectiva de enseñanza desarrollada. Los mismos develan las complejas tensiones y contrasentidos en cuanto a posiciones político-culturales, epistemológicas y pedagógicas de la enseñanza de las CN en la EPJA en Santiago del Estero. Profundizando sobre trabajos anteriores (Lambach y Marques, 2009; Praderio, Luzuriaga y Furman, 2019), aquí hemos mostrado cómo la conflictividad que se presenta en este campo tiene su base en la reproducción de desigualdades, provocando en algunos casos procesos educativos injustos y en otros procesos educativos de lucha y resistencia contra las mismas. En este trabajo se explicitan estos conflictos y se espera iniciar debates y discusiones que permitan abrir el juego a nuevas concepciones y prácticas en la enseñanza de las CN en la EPJA.

Una cuestión relevante es que el fuerte compromiso docente que hemos encontrado en trabajos anteriores en esta modalidad (Ithuralde y Dumrauf, 2019 y 2021) no necesariamente se traduce en buenas prácticas didácticas. La educación personalizada, propuesta como estrategia por los docentes, no deja de, en muchos casos, plantearse desde un lugar de tutelaje del Estado hacia personas adultas, no contextualiza socialmente los contenidos abstractos que se trabajan en Ciencias Naturales y tiene una tendencia homogeneizadora, en vez de revalorizar la diversidad sociocultural. Este sesgo podría estar vinculado al escaso abordaje en la formación docente de problemáticas propias de la modalidad y a un casi nulo trabajo desde las didácticas específicas centradas en las particularidades de este subsistema educativo.

Los docentes de la modalidad exhiben un compromiso importante con su labor. Deben hacer “de todo”: de enfermeras, psicólogas, trabajadoras sociales, etc., y cumplen con realizar regulares visitas a domicilio durante el ciclo lectivo, y en recorrer el barrio promocionando la escuela antes del inicio de esta. El personal docente, descuidado por el Estado (en su formación, pero también en la provisión de materiales didácticos y diseños curriculares propios, en la infraestructura —edificios utilizados en calidad de “prestados” sin poder acceder a parte del equipamiento existente en estos—), debe también construir estrategias didácticas desde su propia experiencia o basadas en las de quienes les precedieron. Y a partir de ellas, seleccionar y/o producir materiales, ya que no hay libros de texto para la modalidad, lo cual agrega una dificultad extra a la ya laboriosa tarea en el trabajo con estas poblaciones vulnerabilizadas de múltiples formas. Estas elaboraciones se dan en espacios que no fomentan una sistematización de las prácticas y una reflexión sobre las mismas, que permitan una evaluación para su transformación.

A partir de la voz del personal docente que lo reclama, se identifica la necesidad de una formación docente continua específica para la modalidad (hoy ausente). Entendemos que esta debería ofrecer formatos de larga duración con sucesivos ciclos de planificación-implementación-reflexión y de intercambio con pares y colegas con mayor formación, tanto en los campos de formación general, como de las didácticas específicas, pensada para esta modalidad con sus particularidades (Iribarren *et al.*, 2021), para promover generar rupturas con el mencionado Estilo de Pensamiento dominante (Lambach y Marques, 2009), que el personal escolar tiene como experiencia social en su formación inicial y toda su trayectoria docente. También se identifica una demanda de producción a nivel central del sistema educativo de materiales situados en la modalidad, para diversidad de escenarios existentes en este subsistema educativo. A diferencia de la educación común (para niños), en la que existen diferentes editoriales que producen libros para las aulas a partir de los diseños curriculares, para la EPJA no existe oferta editorial. Por último, se requiere poner en pie de igualdad a esta modalidad en cuanto al uso de los espacios edilicios (incluyendo cuestiones básicas como nombrar las aulas, que solo tienen el nombre de los cursos de la primaria para niños, invisibilizando a estos

JyA que estudian), el equipamiento presente en las escuelas, los programas provinciales y nacionales destinados a la educación común. En este trabajo, identificamos tensiones en la práctica docente en la enseñanza de las CN en torno a los anteriores puntos que no habían sido abordadas en trabajos antecedentes (Praderio, Luzuriaga y Furman, 2019, Lambach y Marques, 2009). Tensiones que, en algunos casos, han llevado a (re)pensar las estrategias y acercarse a posicionamientos críticos, que problematizan la realidad del estudiantado y recuperan sus saberes, con el objetivo de valorizarlos.

Entendemos que, con base en el desarrollo de sistematizaciones de las prácticas transformadoras que ocurren en las aulas de la modalidad desde los centros educativos, junto con espacios de reflexión y producción de nuevos conocimientos e intercambios entre centros educativos, podrían generarse lineamientos curriculares y didácticos desde los saberes y la experiencia docente. Se podrían visibilizar, fortalecer y multiplicar de este modo esas prácticas de resistencia y contrahegemonía que hemos identificado en este trabajo y que hoy se realizan desde los márgenes de la modalidad, prácticas que problematizan las situaciones sociales y educativas del estudiantado y ponen en diálogo los contenidos de ciencia escolar a ser enseñados según el currículo con las experiencias y saberes del estudiantado. Este conocimiento sería útil para estructurar la formación docente orientada a la modalidad y así poder tener un efecto multiplicativo en las aulas. Entendemos que los anteriores caminos permitirían ir abandonando la perspectiva de una Educación Compensatoria (siempre desigual, siempre enfocada en el déficit) hacia una perspectiva de Educación Permanente.

En los puntos de conflicto que mencionamos, existe una perspectiva de enseñanza dominante que sostiene una imagen de la

ciencia inductivista, que no pone en evidencia que se trata de una actividad humana y social, y que reproduce estereotipos sobre las personas que producen conocimientos. Estereotipos que se alejan de las propias descripciones de docentes sobre sus estudiantes. Buscamos así desencializar la mirada sobre los conflictos que se viven, en muchas ocasiones, como padecimientos constantes y perpetuos para la comunidad educativa, y reconocer que esta conflictividad puede constituirse en punto de partida hacia un cambio y búsqueda de formación a través de una postura reflexiva, como hemos encontrado en algunas experiencias de la modalidad. Aflora así la posibilidad del resurgir de luchas y resistencias que construyan una educación más humana y equitativa, y de asumir, desde esta perspectiva, una enseñanza crítica de las CN, comprendiendo la complejidad de la educación de JyA. Para esto es necesario superar las lecturas superficiales de la realidad de las personas que transitan la modalidad, analizar y repensar las prácticas culturales, políticas, pedagógicas y epistemológicas que circulan en el mundo escolar para desandar los caminos contradictorios y desiguales de la misma.

Referencias

- Araújo Jr, A., Avanzi, M. R. y Gastal, M. L. (2017). Uma experiência de encontro entre narrativas autobiográficas e narrativas científicas no ensino de biologia para jovens e adultos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, (19).
- Becerro, V, Badino, N., Cordero, S., Díaz-Barrios, C., Dumrauf, A. y Ithualde, R. E. (2022). Interculturalidad y Educación en Ciencias Naturales, Ambiental y en Salud: formación docente continua en tiempos de pandemia. *30 Encuentro Internacional de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Melilla. Septiembre 2020.

- Blazich, S. y Ojeda, M. C. (2013). Concepciones y prácticas de los educadores de jóvenes y adultos de educación básica. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, (35) 43-53.
- Breilh, J. (2013). La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). *Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública*, (31), 13-27.
- Camino, N. (2021). Diseño de actividades para una Didáctica de la Astronomía vivencialmente significativa. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, (16), 15-37.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca.
- Defago, A y Ithuralde, RE (2021). Leyendo una urriculo de Ciencias Naturales en clave freiriana: el caso de los Diseños Curriculares de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, (21).
- Díaz, R. y Rodríguez Anca, A. (2014). Activismo intercultural: una mirada descolonizadora, crítica e interseccional. En A. Villa y M. E. Martínez (Comps.) *Relaciones escolares y diferencias culturales: la educación en perspectiva intercultural* (pp. 171-198). Noveduc.
- Ezpeleta, J. y Rockwell, E. (1983). Escuela y clases subalternas. *Cuadernos Políticos*, (37), 70-80.
- Freire, P. (2010). *La educación en la ciudad*. Siglo XXI.
- Iribarren, L., Ithuralde, RE, Garelli, F, Dumrauf, A., Mengascini, A. y Cordero, S. (2021). Formación Docente desde la Educación Popular en Ciencias Naturales, Ambiental y en Salud: algunas tensiones y experiencias. *InterCambios. Dilemas y transiciones de la Educación Superior*, (8).
- Ithuralde, R. E. y Dumrauf, A. (2019). Una aproximación a la Educación Primaria de Jóvenes y Adultos en Santiago del Estero, Argentina. *Revista Interamericana de Educación de Adultos* (41), 35-64.
- Ithuralde, R. E. y Dumrauf, A. (2021). Escuela y diversidad cultural en la educación primaria de personas jóvenes y adultas en Santiago del Estero, Argentina. *Perfiles Educativos*, (43), 25-43.
- Ithuralde, R. E. y Dumrauf, A. (2022). Contenidos de Ciencias Naturales en la Educación Primaria en el pasado reciente en Santiago del Estero: un análisis de normativas nacionales y provinciales. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*, (30), 354-373.
- INDEC (2010). *Censo Nacional de Población y Viviendas 2010*. <http://www.censo2010.indec.gov.ar>
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M. y Sanmartí, N. (1997). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*, (n. extra), 79-91.

- Kurlat, M. (2007). Jóvenes con primaria incompleta en la búsqueda de una segunda chance educativa. Estudio de caso. *Revista del IIIE*, (25), 56-63.
- Kurlat, M. (2014). El "culto a las letras" en los procesos de alfabetización inicial de personas jóvenes y adultas. Un obstáculo en los caminos de escritura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, (36), 58-90.
- Lambach, M. y Marques, C. A. (2009). Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos: Relação entre Estilos de Pensamento e Formação Docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, (14), 219-235.
- Lerner, D. (1996). La enseñanza y el aprendizaje escolar. Alegato contra una falsa oposición. En Castorina, J. A., Ferreiro, E., Kohl de Oliveira, M. y Lerner, D. *Piaget-Vigotski: contribuciones para replantear el debate* (pp. 69-118). Paidós.
- Llosa, S., Sirvent, M. T., Toubes, A y Santos, H. (2001). La situación de la educación de jóvenes y adultos en la Argentina. *Revista Brasileira de Educação*, 18, 22-34.
- Lorenzatti, M. C. y Ligorria, V. (2016). Formación docente inicial en educación de jóvenes y adultos y educación rural en países del Mercosur. *Integración y Conocimiento*, (5), 183-191.
- Loureiro, C. F. B. (2003). Emancipación, complejidad y método histórico dialéctico: repensar las tendencias en educación ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, (5), 21-30.
- Merçon, J., Camou-Guerrero, A., Núñez Madrazo, C. y Escalona Aguilar, M. A. (2014) ¿Diálogo de saberes? La investigación acción participativa va más allá de lo que sabemos. *Decisio. Saberes para la Acción en Educación de Adultos*, (38), 29-33.
- Messina, G. (2016). La educación de jóvenes y adultos en América Latina. Políticas, formación y prácticas. El tiempo de la emancipación. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, (38), 109-126.
- Praderio, F., Luzuriaga, M. y Furman, M. (2019). Las ciencias naturales en la educación primaria para jóvenes y adultos: representaciones sociales y prácticas de docentes transformadores. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, (41), 87-110.
- Puiggrós, A. (1994). *Sujetos, disciplina y currículum en los orígenes del sistema educativo argentino*. Galerna.
- Pujalte, A., Bonán, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciência y Educação*, (20), 535-548.
- Rigal, L. y Sirvent, M. T. (2007). *Metodología de la Investigación social y educativa: diferentes caminos de producción de conocimiento*. Documento borrador (mimeo).
- Strauss, A. L. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Terigi, F. (1999). *Curriculum: itinerarios para aprehender un territorio*. Santillana.

Forma de citar este artículo:

Ithuralde, R. E., Moccagatta, M. E. y Dumrauf, A. G. (2024). Enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria de jóvenes y adultos: hegemonías y resistencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 117 - 133. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17885>



Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: el conocimiento escolar del espacio

- Professional Knowledge of Colombian Secondary Education Teachers: Scholar Knowledge Of Space
- Conhecimento profissional dos professores do ensino secundário da Colômbia: o conhecimento escolar do espaço

Resumen

La investigación sobre el conocimiento profesional del docente se ha venido constituyendo en una línea relevante de trabajo, la cual está relacionada con la transformación y renovación de las prácticas pedagógicas, hacia aquellas que permitan el enriquecimiento y complejización de las ideas cotidianas de los estudiantes y las creencias o concepciones del profesorado con respecto al conocimiento escolar. En este caso, planteamos la aplicación y análisis de resultados de un cuestionario tipo Likert para caracterizar el conocimiento escolar del espacio (CPPCE- espacio) mediante una muestra de docentes que enseñan física en la educación secundaria pública de Colombia. Las respuestas obtenidas en el cuestionario sugieren que la mayoría de los docentes se identifican con el nivel de investigación escolar para dos de las categorías propuestas; del mismo modo, se presenta una coexistencia entre dos niveles científico e investigación escolar y una con el nivel científico. También, se identifican ciertos aspectos que podrían suponer obstáculos en la evolución de un nivel a otro, así como ciertas perspectivas que pueden servir de cuestionamiento y, por tanto, de punto de partida de esa evolución.

Palabras clave

conocimiento profesional del profesor; conocimiento escolar del espacio en física; validación cuestionarios.

Abstract

Research on the professional knowledge of teachers has become a relevant line of work, closely related to the transformation and renewal of pedagogical practices, towards those that allow the enrichment and complexity of students' everyday ideas and teachers' beliefs or conceptions about school knowledge. In this case, we propose the application and analysis of the results of a Likert-type questionnaire to characterize the school knowledge of space (CPPCE-space)

María Delia González-Lizarazo* 
Carmen Alicia Martínez-Rivera** 
Emilio Solís-Ramírez*** 

* Magíster en neuropsicología educativa. Profesora de secundaria y estudiante del Doctorado en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mdgonzalezl@correo.udistrital.edu.co.

** Profesora e investigadora, Doctorado Interinstitucional en Educación sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas camartinezr@udistrital.edu.co.

*** Doctor e Investigador Honorario de la Universidad de Sevilla, Facultad de Ciencias de la Educación, miembro del grupo die, esolis@us.es.



through a sample of secondary school physics teachers in public education in Colombia. The answers obtained in the questionnaire suggest that most of the teachers identify themselves with the school research level for two of the proposed categories; similarly, in two other categories, there is a coexistence between two scientific levels and school research and one with the scientific level. Additionally, certain aspects are also identified which could represent obstacles in the evolution from one level to the other, as well as certain perspectives that could serve as questioning and, therefore, as a starting point for this evolution.

Keywords

teacher's professional knowledge; school knowledge of space in physics; validation of questionnaires.

Resumo

A investigação sobre o conhecimento profissional dos professores tornou-se uma linha de trabalho relevante, em relação à transformação e renovação das práticas pedagógicas para aquelas que permitem o enriquecimento e complexidade das ideias quotidianas dos alunos e as crenças ou concepções dos professores em relação ao conhecimento escolar. Neste caso, propomos a aplicação e análise dos resultados de um questionário do tipo Likert para caracterizar o conhecimento do espaço escolar (CPPCE-space) por meio de uma amostra de professores que ensinam física a nível secundário no ensino público da Colômbia. As respostas obtidas no questionário sugerem que a maioria dos professores se identifica com o nível de investigação escolar para duas das categorias propostas; assim mesmo, apresenta-se em duas outras categorias uma coexistência entre dois níveis científicos e a investigação escolar e um com o nível científico. Também, são identificados certos aspectos que poderiam representar obstáculos na evolução de um nível para o outro, bem como certas perspectivas que poderiam servir como um questionamento e, portanto, como um ponto de partida para esta evolução.

Palavras-chave

conhecimento profissional do professor; conhecimento escolar do espaço em física; validação de questionários.

Introducción

Los tópicos curriculares como el qué y cómo enseñar, cuáles son las finalidades de la enseñanza, entre otros, son aspectos que el docente debe tener en cuenta y, por tanto, las concepciones que sobre los mismos posea, son relevantes, ya que determinarán su práctica docente (Porlán, R. Rivero, A. y Martín del Pozo, R., 1997). Así, ha sido de suma importancia, para la didáctica de las ciencias, entender y definir el conocimiento profesional del profesor, como epistemológicamente diferenciado, en su naturaleza compleja, y se espera que su análisis contribuya a movilizarlo en función de la demanda educativa y social (Martínez, C. Molina, A., Valbuena, E. y Hedrich, C., 2013; Solís, E. y Porlán, R., 2003; Solís, E., 2005).

En este trabajo, inscrito en la línea de investigación sobre el conocimiento profesional de los profesores de ciencias y el conocimiento escolar, esperamos acercarnos al entendimiento del conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar acerca del espacio en física, y al uso que hacen de las propuestas de los textos escolares de física acerca del espacio.

Antecedentes

Una de las formas en que la didáctica de las ciencias se ha dispuesto para definir y comprender la naturaleza del conocimiento del profesorado es a partir del entendimiento de sus concepciones. Señala Porlán (1989) que estas son el motor de su forma de actuar, aunque, por otro lado, algunas de estas concepciones se pueden presentar en forma de obstáculos que no permiten la evolución de sus prácticas escolares (Porlán *et al.*, 2010; Porlán *et al.*, 2011; Rivero *et al.*, 2017; Solís, E. y Porlán, R., 2003; Solís, E. *et al.*, 2016) hacia aquellas más complejas que favorezcan

la construcción de un conocimiento socio-ambientalmente relevante incluyendo las particularidades del estudiante y su contexto.

En este sentido, asuntos claves en el entendimiento de las concepciones del profesorado como son:

1. Identificar obstáculos que no permitan la transición de los modelos didácticos del profesorado (Solís y Porlán, 2003).
2. Detectar los cambios que pueden presentarse en el conocimiento del profesor en procesos de formación inicial en la presentación de los contenidos, la utilización didáctica de las ideas de los estudiantes, las secuencias metodológicas y las finalidades de la evaluación (Martín del Pozo *et al.*, 2017).
3. Caracterizar el conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con contenidos escolares, sus fuentes y criterios de selección, así como los referentes epistemológicos de los que parte (Martínez *et al.*, 2013), es de especial importancia en la Didáctica de las Ciencias.

Concretamente, en el caso que nos ocupa, el estudio de las concepciones sobre el espacio en física, implica analizar las dificultades que declaran los docentes en la realización de sus prácticas escolares aplicadas a conceptos fundamentales de la física clásica, como el Movimiento Uniforme y Rectilíneo (MUR), así como en la física relativista y la Teoría Especial de la relatividad (la TER) (Rodríguez, 2019) y otros estudios presentes en la literatura sobre el tópico del que trata este estudio, el espacio en física (Arriasecq-Balverde I. y Greca, I., 2007; Fernandes de Oliveira, F. *et al.* y Trevisano de Barros, R., 2017 y Zanotta *et al.*, 2011).

Marco teórico

Investigaciones relacionadas con las ideas o concepciones del profesorado, y las conductas asociadas a estas, sugieren que, dependiendo su calidad y cantidad, se pueden considerar herramientas u obstáculos en la interpretación o perspectiva que se tiene de la realidad, y por ende serán obstáculos o herramientas en la construcción de conocimiento escolar, del conocimiento profesional y de su evolución. Al respecto, se han descrito y analizado las concepciones del profesorado en la consideración de los elementos que las constituyen, así como de las interacciones que se presentan entre ellas, con las ideas de los estudiantes, en el tiempo y con recursos didácticos como pueden ser las propuestas del currículo o los textos escolares y, como indican Porlán *et al.* (1997), deben ser consideradas en su estudio como sistemas susceptibles de evolución.

Es en este sentido, se han propuesto investigaciones de carácter plurimetodológico, en las que, por ejemplo, a partir estudios de caso o análisis de procesos de intervención formativa, se han detectado niveles de partida y posibles transiciones en las concepciones de profesores en formación sobre la metodología de enseñanza (Solís, 2005; Solís *et al.*, 2012). Como consecuencia de los estudios antes mencionados, también se han llevado a cabo trabajos acerca de las posibles hipótesis de progresión del conocimiento del profesorado, y su posible evolución, sobre el conocimiento que estos tienen acerca del conocimiento escolar como conocimiento epistemológicamente diferenciado del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano (Martínez, C. 2000; Porlán, R. 1989; Reyes, D. 2014). En consecuencia, ha sido necesario cumplir con criterios de validez y fiabilidad en el diseño y la implementación de instrumentos como encuestas, entrevistas o cuestionarios sobre concepciones del profesorado (Martínez *et al.*, 2013; Porlán, 1989; Solís *et al.*, 2012; Solís y Porlán, 2003).

Metodología

La validez y confiabilidad en una investigación son imprescindibles para garantizar que los resultados reflejen de la manera más cercana posible la realidad de la situación estudiada (Plaza *et al.* 2017), favoreciendo el entendimiento del fenómeno que se investiga desde la realidad percibida por los participantes, y bajo la interpretación de quien realiza la investigación, relacionada con el constructo explorado. Presentamos los pasos que consideramos imprescindibles para que se dé esta situación, en relación con el asunto de investigación planteado en este escrito: la elección del instrumento, su validación y estudio de confiabilidad y la estructuración de un sistema de categorías y niveles acorde para su análisis.

Objetivo

En este trabajo se desarrolla de uno de los objetivos de una tesis doctoral sobre el uso de las propuestas de los textos escolares sobre el espacio por el profesorado

de física de secundaria en Colombia. Para esto se realiza una caracterización del conocimiento profesional de los profesores sobre el conocimiento escolar del espacio en física, que se detalla a continuación.

Instrumento

Para caracterizar el conocimiento profesional del profesor, se utilizó un cuestionario tipo Likert de 1 a 5, siendo el 1 el de menos acuerdo y 5 el de más acuerdo. La elaboración de este cuestionario se concretó en las siguientes fases: 1) determinar las categorías y niveles que debía de contener, 2) Diseñar una primera versión del cuestionario (CPPCE- espacio), tomando como referencia el inventario de creencias científicas y pedagógicas INPECIP (Porlán, R., 1989), y el cuestionario para caracterizar el conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar (Martínez *et al.*, 2013) —ambos contruidos a partir de hipótesis de progresión formuladas en relación con el conocimiento profesional del profesorado de ciencias (Porlán, 1989; Martínez, 2000)—; además de una aproximación al estado del arte, realizada previamente en relación con la investigación didáctica del espacio en física para educación secundaria y bachillerato a nivel nacional e internacional. 3) Validar el contenido a través de un panel de diez expertos/as. Para este proceso de validación, se les proporcionó una plantilla de validación sobre la claridad y pertinencia de cada ítem, empleando una escala Likert (de 1 a 5, siendo el 1 el menos valorado y 5 el más valorado), para luego reelaborar el cuestionario. 4) Analizar la confiabilidad estadística mediante una prueba piloto con profesorado en ejercicio. 5) Generar una versión definitiva del cuestionario (Gonzalez *et al.*, 2021).

El resultado inicial fue un cuestionario anonimizado, de 58 ítems, y una serie de

preguntas demográficas (edad, género, titulación, entre otras variables), además de una pregunta final, en la que se indagaba si estaban dispuestos a colaborar con la investigación y en el uso de los datos del cuestionario.

Muestra

Para el estudio se usaron dos muestras. La primera para la prueba piloto, con la que se determinó el alfa de Cronbach, con un total de 19 participantes, entre profesores de secundaria de física de España y Colombia. La segunda muestra, conformada por docentes, que voluntariamente han respondido el cuestionario, fue divulgada por medios electrónicos gracias a la colaboración de diferentes entidades a nivel Nacional (Colombia) como el IDEP, la Secretaría de Educación de Bogotá, así como algunas universidades de formación de profesores de física. El número de participantes en esta muestra fue de 43.

Proceso

Como primer paso, la validación del instrumento se obtuvo al tabular los valores de claridad y pertinencia que resultaron del juicio de expertos, atendiendo a los comentarios realizados a los ítems que consideraron oportunos. A continuación, para evaluar la fiabilidad del cuestionario, y que este pueda ser aplicado a contextos diferentes, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach, que, como mencionan Kerlinger y Lee (2002), es una medida que indica la estabilidad o consistencia de una medida, usada para determinar el grado en que los errores de medición se presentan en un instrumento, considerando tanto la sistemática como la varianza por el azar. En relación con el valor de este coeficiente, estudios como el de Oviedo y Campo-Arias (2005) recogen que debe darse a partir de 0,7. Para este estudio,

los programas de tratamiento de datos usados fueron la hoja de cálculo de Excel y SPSS Statistics 26. Posteriormente, mediante la aplicación de una prueba Chí-Cuadrado de Pearson, verificamos el grado de relación entre aspectos demográficos propios de la muestra (variables independientes) y las respuestas para cada categoría y nivel (variables dependientes). Finalmente, se llevó a cabo el análisis de las respuestas, en función de las categorías propuestas identificando, además, para cada categoría, posibles ejes dinamizadores (D), obstáculos (O), y cuestionamientos (C), los denominados ejes DOC.

Sistema de categorías y niveles

El sistema de categorías, niveles y número de ítems de cada categoría se muestran en la figura 1.

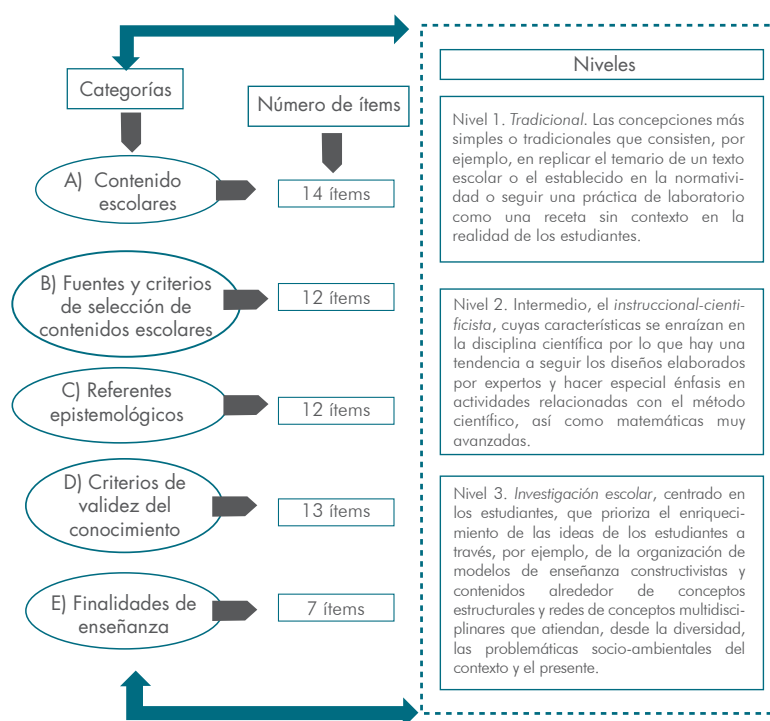


Figura 1. Sistema de categorías, niveles y número de ítems de cada categoría

Fuente: elaboración propia.

Resultados y Análisis

Validación de expertos

En este proceso, los expertos, 10 Doctores en Educación —5 licenciado(a)s en química y física de la Universidad de Sevilla, 4 licenciado(a)s en física y 1 licenciado en química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)—, puntuaron claridad y pertinencia de cada ítem con valoraciones de 1 a 5,

siendo el 1 la menor valoración y 5 la mayor. El cuestionario completo obtuvo medias globales respectivas de 4,2 y 3,7. Se realizaron ajustes a los ítems con menor valoración en alguno de los dos aspectos mencionados (ver tabla

1), asegurándonos que el instrumento cumple con el criterio de validez para caracterizar el conocimiento profesional del profesor sobre el conocimiento escolar del espacio en física (González, M.; Martínez, C. y Solís, E., 2021).

Tabla 1. Ejemplos de ajustes al cuestionario

# Ítem	Redacción antes	Media	Comentarios	Ajuste	Justificación
1	Debatir sobre conceptos abstractos como el espacio y el tiempo suele confundir a los estudiantes [pertinencia]	3,4	Quizá el término "abstracto" genere un sesgo para responder por darle un calificativo <i>a priori</i> a los conceptos	Debatir sobre qué es el espacio o qué es el tiempo suele ser complicado para los estudiantes	Evitar influenciar sobre las concepciones que pueda tener el profesorado respecto a ambos conceptos

Fuente: elaboración propia.

Prueba de confiabilidad

Se preparó una versión electrónica del instrumento (formulario Google) y se procedió a su divulgación, con una muestra piloto ($n=19$). Se aplicó la prueba de confiabilidad Alfa Cronbach (α).

Al aplicar la prueba de fiabilidad, se obtuvo una medida de la consistencia media del instrumento completo, así como la consistencia interna de cada categoría. Se utilizó el análisis estadístico del Software SPSS 26. El nivel de confiabilidad del cuestionario completo, los 58 ítems, es $\alpha = 0.916$, lo que demuestra un alto grado de correlación media entre el total de los ítems. De esta forma se aseguró

que los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario fuesen confiables.

También se llevó a cabo una medida de la consistencia interna para cada categoría. Se evidenciaron debilidades en las categorías B y E ($\alpha=0,531$ y $\alpha=0,59$, respectivamente); en las categorías C y D se obtuvo una medida aceptable ($\alpha=0,676$ y $\alpha=0,609$), posible de superar al ajustar algunos ítems (7 y 10). Por otro lado, para la categoría A se obtuvo una medida de consistencia interna satisfactoria ($\alpha=0,823$). Dadas las propiedades del software SPSS, fue posible identificar cada uno de los ítems a revisar en cada categoría, para así disminuir el nivel de error, véase tabla 2.

Tabla 2. Alfa Cronbach por categoría

Categoría	Alfa Cronbach ()	N elementos	Ítems para revisar	Final
A	0,823	15	0	0,823
B	0,531	14	4	0,672
C	0,676	8	(1,33,43,52)	0,812
D	0,609	11	(2,7,10)	0,609
E	0,590	7	(9,32)	0,753

Fuente: resultados obtenidos con el software SPSS 26.

De acuerdo con estos resultados, se revisaron y ajustaron los ítems sugeridos por el programa estadístico. Se decidió eliminar el ítem # 32, pues su puntuación en la validación por expertos fue baja. Nuevamente, se aplicó la prueba alfa Cronbach al cuestionario completo, alcanzando una medida $\alpha = 0,924$.

De acuerdo con estos resultados, se organizó nuevamente el cuestionario con 57 ítems y se divulgó para obtener los datos que serán usados en la caracterización del CPPCE del espacio. Resultados y análisis se presentan a continuación. El cuestionario, tal y como se utilizó, se encuentra en la siguiente dirección electrónica: <https://forms.gle/jB3kxhwwujuvaydC6>

Datos demográficos

La mayoría de los participantes trabajan en colegios públicos, 95,6 %, mientras que el 4,4 % en colegios privados. Del total, el 95 % pertenecen al casco urbano. De estos el 77 % laboran en Bogotá, mientras que los demás lo hacen en ciudades como Cali, Barranquilla, Tunja y Sincelejo. Quienes trabajan en zona rural (5 %) pertenecen a municipios de Tunja y Soacha. El 69 % son hombres, 26 % mujeres y 5 % otros géneros. Se identifica, además, diversidad de perfiles en la formación inicial de los docentes que enseñan unidades de física en secundaria: Licenciados en física (35 %), Licenciados en química (19 %), Licenciados en biología y biólogos (19 %), Licenciados en fisicomatemáticas (12 %) e Ingenierías (2 %) y otras (13 %). El 60 % de los participantes cuenta con estudios de posgrado de maestría, un 68 % de este grupo ha realizado maestrías relacionadas con enseñanza de las ciencias y el 95 % ha recibido formación en didáctica de las ciencias. El grupo más grande de encuestados está en el rango de edades entre los 40 y 50 años. Este grupo, junto con los mayores de 50, cuenta con más de 16 años de experiencia como docentes.

Correlación entre variables

Se procede a aplicar la prueba Chí-Cuadrado de Pearson ($\leq 0,005$), dada la diversidad de la muestra ($n=43$). Con esto esperamos determinar si la diferencia entre los datos observados y los esperados se debe al azar, o si se debe a una relación entre las variables que surgen en la investigación, para así validar o proporcionar un contexto adicional a las frecuencias observadas de los resultados para cada una de las categorías (Juárez, Villatoro y López, 2002).

Los resultados de la prueba Chí-Cuadrado de Pearson se obtienen con el programa estadístico SPSS 26. La única variable en que se comprueba la hipótesis de relación entre categoría, nivel y respuestas se ubica en la categoría C, referentes del conocimiento escolar en el nivel 1, que sería dependiente de la profesión, se obtiene un resultado de Chí-Cuadrado de Pearson menor de 0,05 ($\alpha=0,002$). Para el resto de las variables, categorías y niveles, la correlación entre las variables y los resultados no es estadísticamente significativa, por lo

que las hipótesis de correlación entre variables serían nulas.

Resultados por categorías

Una vez se cuenta con las respuestas del cuestionario Likert (CPPCE- Espacio), se clasificaron los resultados en tres zonas observables para el análisis: negativos (-), medias ubicadas entre 0,001 y 1,6; de incertidumbre (Incert.), entre 1,6 y 3,2; y positivos (+), entre 3,5 y 5. Se presentaron organizados por categoría.

Categoría A: contenidos escolares

Por el nivel 3 de investigación escolar, existe una tendencia clara del profesorado, encontrándose los valores más altos en los ítems 2, 23, 43 y 48, con medias de 4,0, 4,4 y 4,5, respectivamente (Tabla 3). Esto en asuntos como:

Ítem 23: al abordar conceptos como orientación espacial se evidencia preferencia por prácticas experienciales que involucren aspectos interdisciplinarios como la geografía y la tecnología.

Ítem 48: incluir contenidos actitudinales que favorezcan actitudes positivas frente al uso de la ciencia y la tecnología en la vida diaria.

Ítem 43: la organización de los contenidos escolares a partir de conceptos estructurantes y en niveles de complejidad.

Por otro lado, a pesar de la dificultad que pueden presentar los temas de física moderna, como la relativista o la cuántica, los docentes no creen que su complejidad sea un impedimento para abordarlas en secundaria (# 55). Además, el hecho de que en algunos ítems del nivel 1 (# 55) el promedio haya sido de 1.0, nos lleva a plantearnos los siguientes ejes dinamizadores:

- Abordar desde la diversidad los contenidos y vincular aspectos

interdisciplinarios como la geografía, cartografía o astronomía, además de enlazar las experiencias de aula con el uso de tecnologías relacionadas con el contexto cotidiano como lo puede ser la geolocalización satelital, brújulas, etc.

- La organización de los contenidos en diferentes niveles de complejidad, de modo que los metaconceptos sean nudos estructurantes en las redes de relaciones y se constituyan en elementos organizadores de diferentes áreas del conocimiento.

Estos resultados, concuerdan, con los que obtiene Rodríguez R. (2019) en un estudio sobre profesores de física chilenos que, a nivel declarativo, plantean ideas similares. También, con el estudio de Martínez, C., Molina, A., Valbuena, E. Y Hedrich, C. (2013), en un trabajo sobre profesorado de ciencias naturales de primaria. En este caso, estos profesores están de acuerdo en la necesaria integración de contenidos de una manera interdisciplinar y flexible. Para el nivel tradicional, se observa un nivel de acuerdo del 50% con las medias más altas en 2 ítems (# 5 y # 37), 3,5 en ambos, relacionados con la mecanización de procesos matemáticos (# 37) o que el texto escolar siga siendo un referente importante para la organización de contenidos (# 5). De acuerdo con esto, planteamos los siguientes ejes *obstáculo*.

- La mecanización de procedimientos, englobados en situaciones que poco tienen que ver con la vida cotidiana de los estudiantes, dificulta una comprensión real de los conceptos abordados.
- No se establecen grados de complejidad en la formulación de los contenidos de enseñanza y aprendizaje para

tener en cuenta que su construcción gradual y progresiva y la evolución del conocimiento cotidiano de los estudiantes.

En lo expuesto anteriormente, es posible evidenciar tensión por entrar en cierto modo en contradicción con algunos de los ejes dinamizadores expuestos. Así, surgen como *ejes cuestionamiento* en relación con la organización de los contenidos escolares que, si por un lado se identifican los docentes en que la organización de contenidos se establece en orden jerárquico a partir de conceptos estructurantes, por el otro, el texto escolar será fundamental para realizar dicha organización (# 5).

Además, se evidencia un alto nivel de incertidumbre en ítems ubicados en el nivel 3 (# 24) y el nivel 2 (# 8 y # 17), con medias de 3,0, 2,5 y 2,5, respectivamente, relacionados con la falta de claridad sobre cómo contextualizar temáticas propias de la física con aspectos socioambientales y contenidos actitudinales, o con la complejidad de la física moderna y la capacidad de los estudiantes para comprenderla. Como apunta Rodríguez, R. (2019), una gran mayoría de docentes no consideran adecuado enseñar nociones relativistas relacionadas con el espacio y el tiempo.

Tabla 3. Resultados por nivel categoría A contenidos escolares

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
A2	5	3,5	+	A2	8	2,5	Incert.	A1	2	4,0	+
A1	16	3,0	Incert.	A1	15	3,5	+	A1	4	3,5	+
A1	37	3,5	+					A1	23	4,0	+
A1	55	1,0	-					A1	24	3,0	Incert.
A1	17	2,5	Incert.					A1	31	3,5	+
								A2	43	4,0	+
								A1	48	4,5	+
40% Positivo				50% Incertidumbre/Positivo				85,7% Positivo			

* se muestran medias (M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría B: Fuentes y criterios de selección de contenidos

A pesar de lo ya dicho, prevalece el nivel de incertidumbre. Algunos ítems con nivel de acuerdo alto se identifican en el nivel el 3 (# 32), media 4,5. Por ejemplo, al tenerse en cuenta las ideas de los estudiantes es posible motivar su interés por la física relativista. Además, algunos ítems en el nivel 1 relacionados en la Tabla 4 (# 6 y # 41) —el primero formulado en negativo— obtuvieron medias de 1,5 y 1,5, respectivamente. El conocimiento del profesor tanto como lo esta-

blecido en los lineamientos no son las fuentes de contenidos primordiales. Se formulan los siguientes *ejes dinamizadores*:

- Tener en cuenta la diversidad de fuentes de conocimiento en la construcción de conocimiento escolar, ideas de los estudiantes, el contexto o el uso de simuladores, entre otros, favorece el enriquecimiento de las ideas de los estudiantes y propicia el interés por temas de la ciencia.
- No estar atados a la normatividad y a los textos escolares como único recurso o fuente de conocimiento para favorecer la introducción por parte del docente de otros recursos que no se encuentran contemplados de forma explícita en la normatividad colombiana.

Algunos *obstáculos* los encontramos en el nivel 2. Un ítem (# 56) con media de 4, y en el nivel 3 un ítem (# 26) con media 1.5 que se refieren a:

- Fuentes de contenidos, como simuladores o actividades interactivas, elaborados por expertos suelen ser un recurso muy usado por el profesorado (# 56), sin embargo, la mayoría de estos recursos enfatizan en el desarrollo de habilidades científicas mediante secuencias de instrucciones preestablecidas que debe realizar el

estudiante. Además, a pesar de que se encuentra que el libro de texto no es la fuente principal de contenidos, no se da oportunidad a la integración de otros recursos como los que se pueden hallar en una biblioteca o las aplicaciones para teléfonos móviles, revistas, entre otros (# 26).

Algunos *cuestionamientos* que se proponen en relación con las fuentes y criterios de selección de contenidos están relacionados con los ítems # 40 y # 51 que puntuaron en incertidumbre. En este caso entrarían en tensión con el tratamiento de las ideas de los estudiantes que se manifestó anteriormente.

- Es fundamental aprovechar las ideas de los estudiantes y el intercambio de estas entre pares, es en ellas que se manifiesta el bagaje cultural y académico, cuando prevalecen otras fuentes. De acuerdo con García, F. (2003), se produce un aprendizaje alienado de determinados significados no construidos significativa y democráticamente. Además, este mismo autor menciona que las concepciones de los alumnos relativas a la realidad social tienen una dimensión espacial (para tener en cuenta y explorar), por lo que sería necesario plantearlas aunadas a otras dimensiones del conocimiento y destrezas.

Tabla 4. Resultados por nivel categoría B fuentes y criterios de selección de contenidos escolares

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
B2	6	1,5	-	B1	14	2,0	Incert.	B1	26	1,5	-
B2	41	1,5	-	B1	20	2,5	Incert.	B2	32	4,5	+
B2	18	2,0	Incert	B2	53	3,0	Incert.	B2	40	3,0	Incert.
				B1	56	4,0	+	B2	51	2,5	Incert.
66,6% Negativo				75% Incertidumbre				50% Incertidumbre			

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría C: Referentes del conocimiento escolar

En esta categoría se presenta la coexistencia entre dos niveles, por un lado, predomina el nivel científicista con un 100% en el nivel de acuerdo Positivo, en ítems relacionados con la memorización de vocabulario, términos y conceptos científicos, así como con llevar al aula el método científico. Por otro lado, un 85% del profesorado se ubica en el nivel 3 (investigación escolar, para 5 los ítems # 7, # 10, # 28, # 29 y # 42) con medias de 4,0, 4, 4,5, 4 y 4,0, por lo que será relevante para el profesorado la inclusión de aspectos didácticos como: la historia de la física, para introducir temas complejos como la teoría especial de la relatividad, en la que se hace necesario abordar la evolución de conceptos fundamentales como el espacio tiempo, gravedad o masa (# 7); o aspectos culturales y creencias, para abordar la naturaleza del universo, del espacio y el tiempo (# 10). Los resultados se muestran en la Tabla 5. Así, se destacan como ejes dinamizadores:

- Adoptar diversidad de referentes como la historia de la física, la cultura, el conocimiento cotidiano, las creencias. Los aspectos propios del desarrollo psicobiológico de los estudiantes favorecen la relación con su entorno y que el docente pueda prestar una atención especial a las ideas de sus estudiantes. A pesar de esto, será necesario ahondar más al respecto, pues, por ejemplo, Rodríguez, R. (2019) indica que a pesar de que los docentes declaran a favor y que es necesaria su inclusión, en la práctica son pocos los aspectos de la historia de la ciencia que incluyen el profesorado.

También, identificamos alto grado de acuerdo en el nivel 2 (# 12 y # 47) y en el nivel 1 (# 44, # 1), por lo que se consideran *obstáculos* al estar relacionados con la memorización de términos y definiciones científicos (# 44), así como con que el método científico sea replicado en el aula (# 47) o que, dada la dificultad que pueda presentarla explicación o el entendimiento de ciertos conceptos abstractos como el espacio y el tiempo, no se aborden en el aula (# 1). Acorde con ello planteamos:

- Adoptar el papel del conocimiento científico como uno de los referentes fundamentales, evidencia la intención de adoptar el método científico como metodología de enseñanza de la física en secundaria, lo que se aúna al hecho de tener que memorizar procedimientos, términos y fórmulas matemáticas que, por su naturaleza, son difíciles de asociar con el contexto inmediato, por lo que se convierte en un proceso de mecanización y memorización de términos.

Se ubica una tensión en relación con los referentes fundamentales del conocimiento: si se declara acuerdo con la diversidad de referentes, y su importancia en la construcción de conocimiento y la evolución de las ideas de los estudiantes, se mantiene la idea de replicar o trasladar el conocimiento científico, su metodología y lenguaje al contexto escolar, por lo que será necesario profundizar más en este asunto para verificar la relevancia de los referentes mencionados en las prácticas escolares.

Tabla 5. Resultados por nivel categoría C referentes del conocimiento escolar

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
C1	1	4	+	C1	12	4,5	+	C5	7	4	+
C1	39	2,5	-	C2	47	4	+	C3	10	4	+
C2	52	3	Incert.					C1	28	4,5	+
C5	44	3	Incert.					C1	29	4	+
								C1	42	4	+
								C4	50	3	Incert.
75% Incertidumbre				100% Positivo				83,3% Positivo			

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría D: Criterios de validación del conocimiento

La mayoría del profesorado se identifica con el nivel de investigación en la escuela. Tres ítems (# 19, # 34, # 49) —tabla 6—, registraron medias de 4,0, 3,5 y 4,0, respectivamente, y están relacionados con aspectos de la evaluación de lo aprendido. Por ejemplo, que la evaluación sea diseñada o planteada desde la diversidad de criterios pedagógicos, curriculares, didácticos o las posturas de los estudiantes frente a temas de carácter socioambiental (# 49, # 34), y que sea relevante determinar si existe evolución y transformación en las ideas de los estudiantes (# 19). En este sentido, consideramos *ejes dinamizadores*:

- Prácticas de validación del conocimiento que se propongan asumiendo como eje central el estudiante, sus experiencias, el contexto y sus problemáticas para favorecer un aprendizaje reflexivo y significativo.
- La diversidad de criterios de validación teniendo en cuenta la epistemología del conocimiento escolar como un conocimiento particular que se produce en la escuela, de diferente

naturaleza del científico, permite valorar los aprendizajes desde un concepto más integral que valore la transformación de las ideas de los estudiantes hacia aquellas que le permitan comprender la utilidad de estas en su vida cotidiana.

Por otro lado, el profesorado ha manifestado altos niveles de acuerdo con ítems que se encuentran en los niveles 1 y 2, pues siguen siendo relevantes como criterios de validación relevantes el texto escolar (# 36), el conocimiento científico (# 27, # 46). Asimismo, la incertidumbre que se presenta en algunos ítems (# 13, # 22), relacionados con la validación de los aprendizajes en la evolución de las ideas de los estudiantes, verificando, por ejemplo, si estos son capaces de aplicar en su vida cotidiana los conocimientos construidos. Esto nos lleva a considerar los siguientes *ejes obstáculo*:

- Al ser la naturaleza del conocimiento escolar diferente de la del conocimiento científico no es posible validarlo bajo los mismos parámetros.
- Asumir como referentes principales el texto escolar o las pruebas externas

construye las prácticas educativas a series de actividades limitantes en las que la mecanización de los procesos matemáticos y el desarrollo de los pasos del método científico son lo fundamental.

Algunos cuestionamientos surgen de las contradicciones que se evidencian. Si por un lado, la diversidad de fuentes es importante para validar los conocimientos que se construyen, por el otro se manifiesta que el texto escolar y las actividades de evaluación que este incluye son un referente principal para validarlos. Además, el nivel de incertidumbre de ciertos ítems (# 22) nos hace preguntarnos si el profesorado tiene claridad sobre la forma de validar conocimientos relacionados con la física relativista.

Tabla 6. Resultados por nivel categoría D criterios de validación del conocimiento escolar

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
D3	3	4	+	D2	25	3	Incert.	D3	13	2,5	Incert.
D2	33	2,5	Incert.	D2	27	3,5	+	D1	19	4	+
D3	35	3	Incert.	D2	46	3,5	+	D3	22	3	Incert.
D1	36	3,5	+					D1	34	3,5	+
D3	45	3	Incert.					D3	49	4	+
60% Incertidumbre				66,6% Positivo				60% Positivo			

*se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría E: Finalidades de enseñanza

Para esta categoría, la puntuación más alta se encuentra en el nivel 2 científicista, con el 66,6% positivo en el nivel de acuerdo, tabla 7. Sin embargo, encontramos un 50% positivo en el nivel 3 Investigación escolar, ítem # 11, por lo que determinamos como eje dinamizador:

- Promover la formación ciudadana es un propósito claro para lo cual se vinculan contenidos que relacionen aspectos socioambientales relacionados con el espacio como lo pueden ser la orientación y la movilidad urbana.

Como se mencionó, el nivel de acuerdo mayor se ubica en el nivel 2 (# 21, # 57). Se identifica como *obstáculo*:

- La relevancia en las finalidades de CE-Espacio que asumen como el objetivo principal, alcanzar un nivel de formación científico (en sus procesos o uso del lenguaje).

Algunos cuestionamientos están relacionados con los ítems que generaron incertidumbre en el nivel 3: por ejemplo, ¿qué entienden los docentes por complejizar el conocimiento de los estudiantes?

Tabla 7. Resultados por nivel categoría E finalidades de enseñanza

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
E	9	3	Incert.	E	21	3,5	+	E	11	4	+
E	30	4,5	+	E	38	3	Incert.	E	54	3	Incert.
				E	57	4	+				
50% Incertidumbre/Positivo				66,6% Positivo				50% Positivo			

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Conclusiones

A partir de los resultados de la validación de expertos y la prueba confiabilidad podemos considerar que el cuestionario propuesto para caracterizar el conocimiento profesional del profesorado, sobre el conocimiento escolar del espacio, es un instrumento fiable que puede ayudar a recolectar información relevante para entender aspectos de este conocimiento particular, relacionada con los contenidos de enseñanza, las fuentes y criterios de selección de contenidos, los referentes del conocimiento que se construye, los criterios de validación del conocimiento y las finalidades del conocimiento escolar.

En relación con los resultados del cuestionario se establece que para las categorías contenidos escolares (A), referentes del conocimiento escolar (C) y criterios de validación del conocimiento (D), la mayoría de las y los docentes se han identificado con el nivel 3 investigación escolar, ello podría deberse a que el 95% de los participantes han recibido formación en didáctica de las ciencias en alguno de sus niveles de formación. Así, algunos aspectos favorables a nivel general de todas las categorías, *dinamizadores* del conocimiento profesional que declaran los y las docentes son: 1) la integración de la diversidad de contenidos (categoría A) como conceptuales, procedimentales y actitudinales.

2) La adopción de diversos referentes favorecen un acercamiento a la complejidad de los procesos de aprendizaje y a la relación con el entorno, especialmente con el espacio en tanto está muy relacionado con la realidad de las personas (Categoría C). 3) La promoción de finalidades como la formación ciudadana, incorporando en los contenidos competencias como la orientación, movilidad urbana, los sistemas de transporte, el espacio exterior y su naturaleza entre otros que son problemas socio-ambientales que se relacionan (categoría E). 4) La validación de los conocimientos construidos en la escuela desde diversidad de referentes pedagógicos, curriculares, además de considerar la evolución del conocimiento de los estudiantes para verificar si lo que se hace en clase es lo adecuado (D).

Por otro lado, como *ejes obstáculo* se identifican a nivel general, 1) el predominio de una organización de los contenidos regida por la estructura del texto escolar o el currículo (categoría D); 2) la incertidumbre sobre la integración de contenidos relacionados con la física moderna o relativista, lo que dificultaría, por ejemplo, poner en contexto de la física el conocimiento cotidiano, el uso y el funcionamiento de sistemas, de georreferenciación (GPS); y, 3) el predominio de un nivel científicista en la categoría finalidades de enseñanza (categoría E).

Finalmente, se identifican como *cuestionamientos*, algunas tensiones referidas a las categorías: 1) categoría A, los criterios de organización de los contenidos se establezcan a partir de lo formulado en los textos escolares y que, al mismo tiempo, se haya obtenido un alto nivel de acuerdo en relación con que la organización sea establecida a partir de meta-conceptos; 2) en la categoría B, en relación con asumir la diversidad de fuentes de conocimiento escolar y dar prioridad a las ideas de los estudiantes; 3) en la categoría C se coincide en que es fundamental asumir diversidad de referentes, pero sigue prevaleciendo el conocimiento científico como referente principal; y, 4) en la categoría D, donde evidencia tensión entre asumir diversidad de criterios para validar el conocimiento y que sea el conocimiento científico el referente para decidir si se han alcanzado los objetivos de aprendizaje planteados.

Algunas cuestiones que proponemos podrían ser retomadas como futuras investigaciones: ¿Qué dificultades se presentan al momento de contextualizar las temáticas disciplinares con contenidos socioambientales que favorezcan el desarrollo de habilidades actitudinales? Se evidencia interés para trabajar con las ideas de los estudiantes, pero ¿se desarrollan actividades desarrollan en clase para lograrlo? En relación con la validez del conocimiento, ¿por qué siguen siendo los resultados en pruebas externas la referencia para evaluar el conocimiento que se construye en el aula?

Referencias

- Arriassecq-Balverde I. y Greca, I. (2007). Approaches to the Teaching of Special Relativity Theory in High School and University Textbooks of Argentina. *Science & Education*, 16 (1), 65-86.
- Ezquerro, A. y Rodríguez-Marín, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la escuela*, 80, 67-76.
- Fernandes de Oliveira, F. y Trevisano de Barros, R. (2017). Ensino de física para cidadania: Uma pesquisa buscando relacionar cinemática com as leis de trânsito. *TED: Tecnê, Episteme y Didaxis*. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4549/3742>
- Fonseca, G. (2018). *El conocimiento profesional del profesor de biología sobre biodiversidad. Un estudio de caso en la formación inicial durante la práctica pedagógica en la universidad Distrital Francisco José de Caldas* [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- García Pérez, F. F. (2003). *Las ideas de los alumnos y la enseñanza del medio urbano*. Sevilla: Díada Editora, S. L.
- García Díaz, J. E. Y García Pérez, F. F. (2001). El conocimiento metadisciplinar y las didácticas específicas. Congreso nacional de didácticas específicas: las Didácticas de las Áreas curriculares en el siglo XXI. Granada: Grupo Editorial Universitario, (I), 409-421.

- Gonzalez, M., Martínez, C. y Solís, E. (2021). Diseño y validación de un cuestionario sobre el espacio en textos escolares de física y el uso que de los mismos hace el profesorado. *Enseñanza de las ciencias, Actas electrónicas del XI congreso internacional en investigación en didáctica de las ciencias*.
- Juárez, F., Villatoro, J. A. y López, E. K. (2002). *Apuntes de Estadística Inferencial*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente.
- Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Martín del Pozo, R., Rivero, A. y Solís, E. (2017). La progresión en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 129-136, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334000>
- Martínez, C. (2000) *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio* [Tesis de Doctorado en didáctica de las ciencias experimentales y sociales un enfoque interdisciplinar]. Universidad de Sevilla.
- Martínez-Rivera, C., Molina Andrade, A. Valbuena Ussa, E. y Hederich, Ch. (2013). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: resultados de investigación*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Oviedo, H. C. y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
- Plaza Guzmán, J., Urigen Aguirre, P., Bejarano Copo, H. (2017) Validez y confiabilidad en la investigación cualitativa. *ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC*, 11(21), 352-357.
- Porlán Ariza, R. (1989). *Teoría del conocimiento teoría de la enseñanza y desarrollo profesional las concepciones epistemológicas de los profesores* [Tesis de Doctorado]. Universidad De Sevilla.
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1997) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 155-171. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21488>
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3). 413-426.
- Reyes Jaime, D. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido en el profesor de física en formación inicial: el caso de la enseñanza del campo eléctrico* [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52.
- Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R. y Solís, E. (2012). *El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias*. Actas del xxv Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela (pp. 741-746).
- Rodríguez, R. (2019) *creencias y prácticas curriculares de profesores chilenos en contenidos*

fundamentales para la enseñanza de la física: movimiento rectilíneo uniforme y Teoría Especial de la Relatividad [Tesis de Doctorado, Universidad de Sevilla].

Solís, E. (2005). *Concepciones curriculares del profesorado de física y química en formación inicial* [Tesis de Doctorado]. Universidad de Sevilla.

Solís, E., Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 495-514.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias de Secundaria en formación inicial: ¿obstáculo o punto de partida? *Investigación en la escuela Sevilla*, (49), 5-22.

Solís, E., Porlán, R., Martín del Pozo, R. y Harres, J. (2016). Aprender a detectar las ideas del alumnado de Primaria sobre los contenidos escolares de ciencias. *Investigación en la escuela*, 88, 1-16.

Zanotta, D., Cappelletto, E. y Matsuoka, M. (2011). The GPS: Connecting science and technology in physics classes. [O GPS: Unindo ciência e tecnologia em aulas de física]. *Revista Brasileira de ensino de física*, 33(2), 2313-2-2313-6.

Forma de citar este artículo:

González-Lizarazo, M. D., Martínez-Rivera, C. A. y Solís-Ramírez, E. (2024). Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: el conocimiento escolar del espacio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 134 - 151. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17922>



Principios de complejidad para la planificación de contenidos y objetivos de unidades didácticas

- Principles of Complexity for Planning Contents and Objectives in Teaching and Learning Sequences
- Princípios de complexidade para o planejamento de conteúdos e objetivos de ensino em seqüências de ensino e aprendizagem

Resumen

En este artículo de investigación buscamos responder a la pregunta de cómo podemos reconocer e incorporar los principios del paradigma de la complejidad de Edgar Morin en algunos elementos de la planificación de la enseñanza. Luego de reconocer la importancia de un rol activo y mediador del profesorado en el diseño de unidades didácticas, tomamos los principios de la complejidad (dialógico, hologramático y recursivo) para relacionarlos con dos elementos básicos del diseño de unidades didácticas: los contenidos y los objetivos. Para ello, vinculamos estas categorías con una perspectiva de la enseñanza de las ciencias culturalmente sensible y la integración de los dominios cognitivo y afectivo, proponiendo crear zonas de interacción entre los sistemas de conocimiento tradicional y académico y superando la dicotomía razón-afectividad. Para lo anterior, Aportamos para ello aportamos fundamentos, análisis y ejemplos que esperamos puedan contribuir a la formación inicial y continua del profesorado.

Palabras clave

dominio afectivo; domino cognitivo; diseño didáctico; interculturalidad; principios de complejidad; secuencias de enseñanza

Abstract

In this paper, we seek to answer the question of how we can recognize and incorporate the principles of Edgar Morin's complexity paradigm in some elements of teaching planning. After recognizing the importance of an active and mediating role of teachers in the design of didactic units, we take the principles of complexity (dialogic, hologrammatic, and recursive) to relate them to two basic elements of the design of teaching didactic units: contents and objectives. To this end, we link these categories with a culturally sensitive perspective of science teaching and the integration of cognitive and affective domains, proposing to

Gonzalo M. A. Bermúdez* 
María Emilia Ottogalli** 

* Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor titular e investigador, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Cátedra de Didáctica General y Especial conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Córdoba-Argentina. gbermudez@unc.edu.ar.

** Profesora, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (conicet). emilia.ottogalli@unc.edu.ar.



create zones of interaction between traditional and academic knowledge systems and overcoming the dichotomy of reason and affectivity. For this purpose, we provide foundations, analyses, and examples that we hope they may contribute to the initial and ongoing teachers' training.

Keywords

affective domain; cognitive domain; didactic design; interculturality; principles of complexity; teaching sequences

Resumo

Neste documento, procuramos responder à questão de como podemos reconhecer e incorporar os princípios do paradigma da complexidade de Edgar Morin em alguns elementos do planejamento do ensino. Após reconhecer a importância de um papel ativo e mediador dos professores na concepção de unidades didáticas, tomamos os princípios da complexidade (dialógica, hologramática e recursiva) para relacioná-los a dois elementos básicos da concepção de unidades didáticas: conteúdos e objetivos. Para tanto, associamos estas categorias a uma perspectiva culturalmente sensível da educação científica e da integração dos domínios cognitivos e afetivos, propondo a criação de zonas de interação entre os sistemas de conhecimento tradicionais e acadêmicos e a superação da dicotomia razão-afetividade. Para isso, fornecemos fundamentos, análises e exemplos que esperamos que possam contribuir para a formação inicial e contínua dos professores.

Palavras-chave

domínio cognitivo; domínio afetivo; design didático; interculturalidade; princípios de complexidade; seqüências de ensino

Introducción

La didáctica es una disciplina que se constituye como saber al volver los problemas que plantean las prácticas de enseñanza un objeto de reflexión. Así, la didáctica buscará resolver los problemas esenciales de la educación mediante, entre otros, según Camilloni (2015, p. 22), “el diseño y evaluación de proyectos de enseñanza [...], implementación y evaluación de decisiones de diseño y desarrollo curricular, de programación didáctica, de estrategias de enseñanza, de configuración de ambientes de aprendizaje y de situaciones didácticas”.

Si bien el conocimiento construido por la didáctica es genérico y pretende abarcar todas las instancias donde se manifiesta la transmisión cultural en contextos institucionalizados escolares, el discurso normativo de la disciplina necesita ser reelaborado por profesores particulares en función de los actores, interpretando, traduciendo y acomodando una teoría de estas características a necesidades específicas (Camilloni, 2015). Así comprendida, la didáctica no prescribe las prácticas de enseñanza, sino que se vuelve una herramienta para orientar las decisiones y los juicios que el profesorado adopta en escenarios áulicos singulares.

En este camino, algunas contribuciones han considerado la inclusión de la complejidad en la educación, superando la noción cotidiana por la que se la asocia con un mayor grado de dificultad (Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017), al visitar los alcances del pensamiento de E. Morin para la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias naturales (Bonil *et al.*, 2004; Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017; García, 2020; Izquierdo *et al.*, 2004). Sin embargo, no reconocemos a la fecha la existencia de abordajes acerca de la complejidad como perspectiva para elementos de la planificación de la enseñan-

za en unidades didácticas (UD), tales como los contenidos y objetivos. De esta manera, inscriptos en una perspectiva que recupera aportes de la didáctica general sobre programación (Feldman, 2010) y de la didáctica de las ciencias naturales (Picco y Cordero, 2020), nos preguntamos cómo podemos reconocer e incorporar los principios del paradigma de la complejidad en algunos elementos de la planificación de la enseñanza. Para esto, en primer lugar, conceptualizamos el diseño de unidades didácticas según el rol principal que entendemos tiene el profesorado. Luego, describimos los principios de la complejidad y los relacionamos con procesos didácticos, el conocimiento didáctico del profesorado y, específicamente, el diseño de UD. Esto último es desarrollado para dos categorías (la interculturalidad y el dominio afectivo y cognitivo), que relacionamos con dos elementos básicos del diseño de UD: la formulación de *contenidos* (con la interculturalidad) y de *objetivos* (expectativas de logro del estudiantado con el dominio afectivo y cognitivo). Finalmente, reflexionamos sobre el rol del profesorado para una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible y que supere la dicotomía razón-emoción.

El diseño de unidades didácticas y el rol del profesorado

La investigación que tiene por objeto diseñar y poner a prueba unidades didácticas (UD) —o secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) para la literatura anglosajona— viene aportando hace treinta años (Psillos, 2015) a la forma de conceptualizarlas, la cantidad y naturaleza de los elementos que la constituyen y los criterios considerados para su diseño (García-Martínez *et al.*, 2018). Ya que podemos afirmar que la elaboración UD representa un saber fundamental del profesorado

(Caamaño, 2013; García-Martínez *et al.*, 2018), su estudio constituye una oportunidad inestimable para promover la dialéctica teoría-práctica.

De acuerdo con Couso (2013), el diseño de cualquier situación de enseñanza y aprendizaje en la didáctica de las ciencias involucra, de forma explícita o implícita, el tratamiento de tres aspectos interrelacionados: el qué, el para qué y el cómo enseñar (y aprender, en el caso de las y los estudiantes). Según Pujalte (2015), las UD son planes de acción constituidos por una o más secuencias didácticas, con actividades en función de los diferentes objetivos de aprendizaje, en relación directa con contenidos tanto disciplinares como metadisciplinares, que el profesorado somete a un proceso continuo de metaevaluación y resignificación, lo que le imprime su propia dinámica. Las UD son entendidas como un sistema que relaciona actores en función de una propuesta singular, explicitada en decisiones coherentes e interdependientes sobre los objetivos, contenidos, evaluaciones, etc. (García-Martínez *et al.*, 2018).

El rol del profesorado en la elaboración de estas UD no ha sido siempre el mismo que entendemos tiene hoy. Hace pocos años se creía que la mayoría de las y los profesores no podían llevar a cabo la actividad de planificar unidades didácticas, sino que, relegados a desempeñar un rol técnico, aplicaban diseños elaborados por especialistas que especificaban con minuciosidad qué se debía enseñar y cómo. Sin embargo, en las últimas décadas, la influencia de la obra de Schön (1992) en la forma de comprender la profesión docente produce un giro que reivindica para el profesorado la potestad de reflexión e investigación de la propia práctica, lo que se vio acompañado de un discurso curricular, asimismo, renovado desde una perspectiva crítica (Cols, 2015b). Confluyeron también las miradas críticas de la didáctica, el currículo y la sociología de la educación, desde las que se propone una revisión de la agenda clásica de la didáctica general, centrada en objetivos, contenidos, actividades y evaluación, e incorporar en un nuevo programa la dimensión política y pedagógica de la enseñanza (Edelstein, 2007). En este contexto, Díaz Barriga (2009) afirma que “cada maestro debe construir las formas de trabajo [...] [ya que es] quien asume la responsabilidad profesional de tomar y construir decisiones de aula” (p. 12).

La complejidad y su inclusión como fundamento para la formación en y la educación en ciencias

Etimológicamente, el término complejidad refiere a reconocer algo como la síntesis o integración de opuestos relacionados (Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017). A lo largo del siglo xx, de acuerdo con Bonil *et al.* (2004), el concepto de complejidad se integró prácticamente en todos los ámbitos como un verdadero paradigma, cuyas primeras referencias provienen de E. Morin. Este autor define tres principios de complejidad que ofrecen una visión del mundo como entidades relacionadas en sistemas con estructura propia, entre los cuales existen permanentes flujos e intercambios. El principio *dialógico* sostiene

la complementariedad de lo antagónico; el *recursivo*, contra de la simplificación de causa-efecto, reconoce que una causa motiva un efecto y este, a su vez, actúa sobre la causa; y, por último, el *hologramático* establece que las partes están dentro del todo y éste, a su vez, en cada una de las partes (Morin, 2006).

Desde nuestra postura, el proceso por el que los saberes docentes se movilizan para el diseño de una UD sigue los principios de la complejidad, poniendo en juego un saber profesional (*Conocimiento Profesional del Profesor, CPP*) requerido para la enseñanza. Dentro de este saber base del profesorado, destacamos al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC del inglés *Pedagogical Content Knowledge [PCK]*), que corresponde a un saber propio y diferenciador del quehacer de otros profesionales, caracterizado por ser dinámico, sistémico, integrador y práctico (Ravanal y Lopez Cortez, 2016). De acuerdo con la expresión gráfica del modelo descrito por Carlson y Daehler (2019), existen diferentes dimensiones del CDC, comprendidas por un CDC colectivo que engloba a uno *personal* del cual forma parte el CDC *en acción*. Esto, a nuestro entender, expresa el principio por el que las partes están en el todo y viceversa (*hologramático*). A su vez, estas dimensiones interactúan y se retroalimentan constantemente a lo largo de la trayectoria profesional de un/a docente, poniendo de manifiesto el principio *recursivo*. Así, las experiencias personales obtenidas de la acción didáctica (CDC *en acción*) brindan una retroalimentación que tensiona y moldea el CDC *personal*, el que, a través de conversaciones e intercambios con colegas, contribuye a conformar el CDC *colectivo*. En ello, evidenciamos que el principio *dialogico* sintetiza los diferentes contextos de expresión y generación del CDC, a la vez que el *recursivo* es el que los moviliza.

Por otro lado, en el ámbito de la educación en ciencias, el paradigma de la complejidad constituye un punto de encuentro para el diálogo entre valores éticos y epistémicos, una forma de pensar sobre el mundo y un modelo de acción transformador de la realidad (Bonil *et al.*, 2004). Según Estrada (2020), Morin invita a enfrentar la incertidumbre en el sistema educativo a través de nuevas formas que vinculen la enseñanza y el aprendizaje de manera sistémica, crítica y transdisciplinar, sin olvidar la ética y los valores. Por su parte, revisando los vínculos entre la complejidad y la ciencia escolar, Izquierdo *et al.* (2004) propusieron la incorporación de una perspectiva *dialogica*, *sistémica* y *hologramática* considerando los objetos de estudio como fenómenos de múltiples causas y efectos, en interacción y constante dinamismo, etc., por ejemplo, en torno a las nociones de medio interno y externo en los organismos, y lo macro y lo microscópico en los niveles de organización.

En esta misma línea, reconocemos que la misma disciplina didáctica podría ser vista a la luz del principio *dialogico* al reconocer las tensiones entre la didáctica general y la de las ciencias naturales e, incluso, lo que genera fricción dentro de la propia didáctica, como los tópicos que integran su agenda clásica y los que se pretenden instalar en una nueva (Picco y Cordero, 2020). En este sentido, si bien la didáctica se ocupó tradicionalmente de categorías como las expectativas de logro del estudiantado, los conocimientos a ser enseñados y las formas de hacerlo, “entendemos que [...] resulta ineludible considerar la problemática de los objetivos, los contenidos, las actividades, los aspectos metodológicos, la evaluación” (Edelstein, 2007, p. 52), como algo inacabado.

Desde nuestra postura, estos elementos básicos de la programación didáctica también

expresan los principios de la complejidad. Lo *dialógico* actúa pretendiendo articular coherentemente las fases preactiva (de diseño), interactiva (desarrollo de la propuesta con el estudiantado) y postactiva (análisis de lo sucedido: reflexión en acción y sobre la acción) de la enseñanza (figura 1) (Basabe y Cols, 2015). Además, enriquece la mirada sobre el entendimiento de las relaciones (no causales) entre los procesos de enseñanza y aprendizaje; es decir, de incidencia entre fenómenos sociales e intencionales (enseñanza) con otros individuales, mentales e internos (aprendizaje) (Basabe y Cols, 2015). A la vez, esta mirada pone en diálogo la incertidumbre e inmediatez en las que numerosas variables de las situaciones didácticas cambian y adquieren valores particulares en la etapa activa con la previsión, anticipación e hipótesis de trabajo, de los diseños didácticos. No menos importante es la conciliación que el principio *dialógico* nos propone en cuanto a lo explícito y oculto del currículum que, en su polisemia, abarca desde lo reconocido y escrito hasta el conjunto de experiencias formativas, como realidad socializadora que incluye lo no dicho ni formalmente reconocido (Picco y Cordero, 2020).

Siguiendo con el principio *hologramático*, cada elemento o componente (objetivos, contenidos, etc.) se ubica en relación con la UD como un todo, al proyecto curricular, al educativo-pedagógico y cada secuencia didáctica dentro de la UD, impregnando cada una de las partes con los fundamentos del proyecto pedagógico-didáctico, y viceversa. Encontramos útil, para expresar estas vinculaciones hologramáticas, las nociones de niveles de concreción curricular, transposición didáctica y teoría antropológica de lo didáctico.

El principio *recursivo* se plasma, en la etapa preactiva, en la no linealidad del proceso de diseño didáctico (tanto en términos ideacionales como de la práctica de la escritura), en donde un objetivo influye en configuración de una actividad, a la vez que esta permite redefinir el objetivo y contenido hasta imbricarse fuertemente, y así sucesivamente con los otros elementos de la UD. De manera similar, esta idea de *bucle recursivo* determina que las decisiones que se toman sobre la marcha en la etapa activa incidan en los elementos del diseño, adecuándose a las necesidades que plantea la práctica de la enseñanza (figura 1).

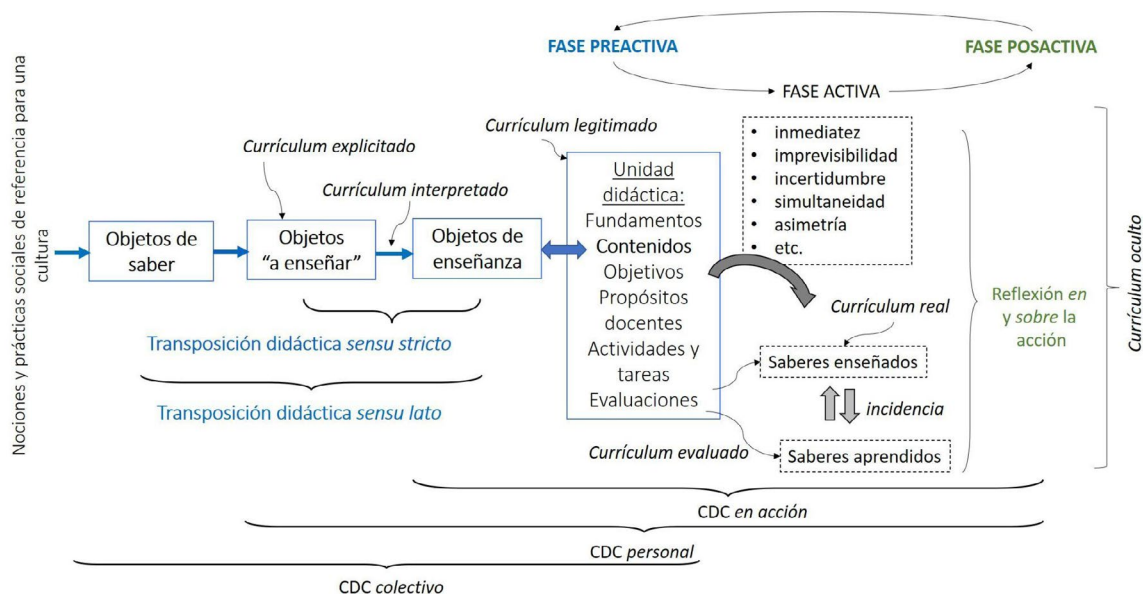


Figura 1. Representación del proceso de transposición didáctica, tipos de currículum y conocimientos didácticos del contenido (CDC) involucrados en las fases de la enseñanza

Fuente: elaboración propia.

Por último, coincidimos con Edelstein (2007) en subrayar la necesidad de “incorporar un interjuego categorial de mayor complejidad [...], [que] cobrará significado en tanto sea utilizado con pertinencia según las realidades específicas y la necesaria apertura y flexibilidad de pensamiento” (p. 52). Para ello, la autora retoma la idea de multirreferencialidad para abordar prácticas, hechos y fenómenos educativos desde una lectura plural, multiangular y desde puntos de referencia diferentes, lo que se vincula con el desarrollo de una noción de complejidad. Con base en este enfoque y posicionamiento, a continuación, profundizaremos a modo de propuesta la incorporación de la complejidad como *panóptico* en algunos elementos del diseño de las UD, pensándolas como sistemas formados por varios elementos que no se pueden ver de forma aislada, sino que se relacionan, articulan y crean interdependencia (García-Martínez et al., 2018).

Los contenidos (objetos de enseñanza) de una UD: hacia una enseñanza culturalmente sensible

Los contenidos para la didáctica

Al recuperar parte de la historia del currículo y la didáctica, la selección y secuenciación de los contenidos también fue motivo de una perspectiva racional y técnica que se centró en el trabajo de expertos con el saber para identificar y programar objetos de enseñanza, considerando a los diseños como modelos de la práctica (Cols, 2015b; Díaz Barriga, 2003). La ruptura con los enfoques técnicos acerca de la acción docente y del currículo se fue consolidando desde la década de 1970, junto con la valorización de las perspectivas prácticas y críticas. Por ejemplo, desde las investigaciones en sociología de la educación, el término “contenido” refiere no solo a lo explicitado en documentos curriculares y diseños didácticos,

sino también, desde un principio *dialogico* entre las fases preactiva, interactiva y postactiva, a elementos “que sólo pueden reconstruirse a través del análisis de las prácticas educativas en el seno de las instituciones” (Cols, 2015b, p. 101). Sin embargo, desde la programación didáctica, el contenido suele asumir un alcance más restringido; es decir, se circunscribe a lo que se tiene intención de enseñar, para lo cual se planifica (Feldman, 2010). Independientemente de la postura anterior, los contenidos constituyen un problema para la didáctica de las ciencias y para los que se han de tomar decisiones. Con base en esta premisa, consideramos que pensar los contenidos renueva su importancia cuando entra en diálogo con los diferentes sistemas de conocimiento.

La complejidad y la perspectiva intercultural

La educación en ciencias ha considerado tradicionalmente al conocimiento científico como el sistema de referencia privilegiado, desconociendo o negando otras visiones del mundo en el proceso de desarrollo curricular y de transposición. Sin embargo, desde la perspectiva intercultural se reconoce a la cultura como un sistema de significados, lo que implica tener en cuenta distintas formas de enunciar y aproximarse a la realidad, entre las que la ciencia es solo una opción. Así, los conocimientos científicos, cotidianos y tradicionales pueden considerarse epistemes diferentes que, basadas en tipos de racionalidad y en formas de conocer y de producir conocimiento útil (Andrade y Mojica, 2013), entran en un territorio de negociación y cruce de fronteras entre cada cultura: las aulas (Pérez Mesa, 2019; Robles-Piñeros *et al.*, 2020).

Considerando el *principio dialogico* de la complejidad, término también empleado desde la perspectiva intercultural, Valladares Riveroll (2011) resalta que la educación científica debería basarse en una perspectiva pluralista del conocimiento. Este modelo permitiría validar los sistemas de conocimiento de diferentes comunidades, en una aproximación dialógica que, como interacción comunicativa con lo diferente, resulta en la transformación de identidades y prácticas. Así, el saber emergente del diálogo intercultural, más que “una amalgama que deriva del sincretismo o la síntesis de varios elementos tomados de diferentes perspectivas, [...] [representa] una reconstrucción y reinención de cada una de las perspectivas de los agentes en diálogo, a partir de los elementos de los otros” (Valladares Riveroll, 2011, p. 129). En esta línea, Robles-Piñeros *et al.* (2020 y referencias allí citadas) destacan que en la educación científica intercultural actual se han de superar algunos obstáculos para incorporar los conocimientos y marcos alternativos del estudiantado a través de propuestas que sean culturalmente sensibles. Por ejemplo, las visiones *optimistas* o sobresimplificadoras de la incorporación del acervo de conocimientos tradicionales (como el *conocimiento ecológico tradicional*, *CET*) en las clases de ciencias, que solo buscan comprobar su utilidad frente al conocimiento académico (ecológico, *CAE*).

Por el contrario, la apuesta desde la perspectiva intercultural está en identificar y explorar las superposiciones parciales entre sistemas de conocimiento (CET y CAE, por ejemplo, pero también existen conocimientos etnobiológicos, etnomatemáticos, etc.) para un compromiso consciente y críticamente reflexivo con la educación científica en una dimensión epistemológica, ontológica y axiológica (Robles-Piñeros *et al.*, 2020). Pérez Mesa (2019) agrega que una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible implica al profesorado para reconocer al otro desde sus cosmovisiones e intereses y, a la vez, promover una apertura epistemológica a intercambios de conocimientos que no ponen en el centro el pensamiento científico occidental. En este contexto, entre algunos buenos ejemplos de diálogo intercultural, encontramos el reconocimiento de relaciones interespecíficas positivas entre un rastrojo (“mato”) y cultivos de mandioca y maíz; las tríadas agrícolas como la milpa, en donde se asocian maíz, frijoles y calabazas, entre otras especies (Robles-Piñeros *et al.*, 2020); las clasificaciones de insectos (Robles-Piñeros *et al.*, 2020) y mamíferos acuáticos (Rodríguez *et al.*, 2022); y las propiedades medicinales de las plantas (Páez-Rincón y Reyes-Roncancio, 2020).

Los contenidos como amplitud, extensión y demandas cognoscitivas

Consideramos oportuno retomar el modelo de progresión curricular de Adey (1997) para analizar y proponer la complejidad de los contenidos de una UD en tres dimensiones, a la vez integrando los sistemas de conocimiento científico y tradicional (figura 2). A estos sistemas los reconocemos anclados en diferentes epistemes (por ejemplo, CAE y CET), independientemente de que hayan experimentado el proceso de *contenidización*. Para cada epis-

teme podrían plantearse las tres dimensiones de progresión.

La dimensión *amplitud* indica la gama o rango de temas diferentes que pueden ser agrupados, en mayor o menor grado, en asignaturas o núcleos temáticos en función de —en clave intercultural— cada sistema de conocimiento, respondiendo a cuestiones epistemológicas, ontológicas y axiológicas propias. La *extensión* refiere a cuántos conocimientos se enseñan para cada tópico de la amplitud de cada episteme, por ejemplo, el tipo y cantidad de ejemplos, datos, conceptos, experiencias, clasificaciones, etc. La tercera dimensión en juego, llamada por Adey (1997) *complejidad conceptual*, articula con fundamentos psicológicos del aprendizaje al expresarse como etapas del desarrollo de la inteligencia (por ejemplo, en el paso de las operaciones concretas a las formales de J. Piaget) o clasificaciones sobre tipos de pensamiento como, por ejemplo, los de orden superior de L. Resnick, etc.

A la dimensión *complejidad conceptual* de Adey (1997), dada su naturaleza psicológica, optamos por denominarla *demanda cognoscitiva*. Poner el foco en estas últimas habilita a considerar unidades de análisis más pequeñas y situadas que la progresión de un mapa curricular (plan de estudios) y, además, a especificar niveles de pensamiento que la resolución de una tarea o actividad específica supondría como desafío al estudiantado de acuerdo con cierto modelo. Estos modelos pueden ser el mismo pensamiento concreto o formal piagetiano al que refiere Adey (1997), la taxonomía de *dominio cognitivo* de B. Bloom (ver apartado “Los objetivos”) o los niveles o categorías de *profundidad del conocimiento* (*depth of knowledge*) de Webb (1997), que van desde el nivel más básico hasta el más elaborado: *memorístico* (evidencia conoci-

miento en forma idéntica o similar a como lo aprendido, recuerda, memoriza), de *procesamiento* (implica razonamiento mental básico como interpretar una gráfica o resolver problema rutinario), *estratégico* (establecimiento y justificación de conjeturas, desarrollo de argumentos, resuelve problemas y generaliza) y *extendido* (conocimiento puesto en juego en contextos más amplios a los originales, como la aplicación de un modelo o la realización de una indagación) (Ramos Palacios y Casas García, 2018).

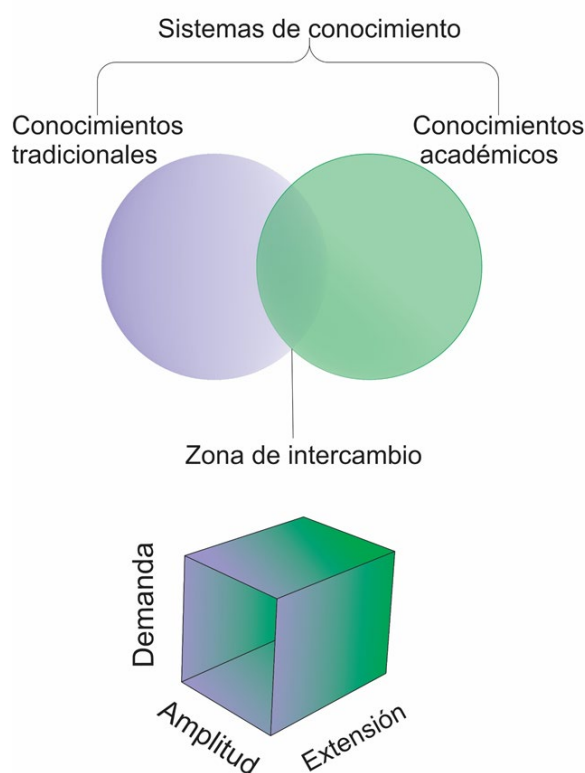


Figura 2. Representación de la zona de intercambio entre sistemas de conocimiento buscada para una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible

Nota. Se consideran tres dimensiones de los contenidos de la ud desde cada sistema (amplitud, extensión y demanda cognitiva, basado en Adey, 1997).

Fuente: elaboración propia (Basada en Robles-Piñeros et al., 2020).

Así, mientras desde cada sistema de conocimiento partimos sin jerarquías en tres dimensiones desde las demandas, amplitud y extensión, el cubo de la figura 2 muestra que los colores se difuminan hacia el centro donde se encuentra la *zona de interacción*, que representa la apuesta de una educación en ciencias culturalmente sensible. Por último, las demandas cognoscitivas podrían integrarse desde el dominio afectivo, por ejemplo, articulando emociones y sentimientos que generen condiciones apropiadas en los escenarios de aprendizaje y movilicen al estudiantado hacia una comprensión conjunta de significados (ver apartado “Los objetivos”).

Ejemplos de contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE

En clave propositiva, en la figura 3 presentamos contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE basada en Robles-Piñeros *et al.* (2020), en la que, para las demandas cognoscitivas establecidas por la profundidad de conocimiento de Webb (1997), la amplitud y extensión indican zonas de interacción en las que es posible encontrar puntos de *convergencia* y *divergencia* entre los sistemas de conocimiento. Sobre las primeras, tal como señalan Robles-Piñeros *et al.* (2020), el CAE ha demostrado la importancia del uso de especies acompañantes en los cultivos y el aumento de los polinizadores (interacciones), debido al aumento de la diversidad como un proceso de beneficio mutuo (simbiosis), además

de la protección del suelo (estructura, fertilidad, humedad) y del cultivo debido al sombreado y la cobertura vegetal. Sin embargo, desde la divergencia, surgen tensiones entre CET y CAE sobre los paradigmas de desarrollo económico, al menos en la agricultura convencional, ya que, como también expresan los autores, desde los fundamentos académicos de la agricultura sustentable, agroecología y disciplinas ligadas a la biodiversidad (CAE) también se valoran las estrategias de control biológico y la reducción en el uso de agroquímicos. Por último, aunque la amplitud 3 de la demanda de pensamiento expandido explicita la vinculación entre sistemas de conocimiento, ya que se la considera una habilidad de metacognición o extensión a diferentes contextos de saber, la interacción entre CAE y CET puede darse desde demandas menos profundas para el aprendizaje.

Demandas	Zona de interacción entre CET y CAE Amplitud → extensión
Para un aprendizaje: memorístico	Amplitud 1: Relaciones rastrojo y cultivo → Mención de la planta que se siembra junto a la mandioca y maíz Amplitud 2: Expresión de los beneficios de las prácticas de cultivo en relatos familiares → El suelo “no se cansa”, la mandioca no queda “bichada”, etc.
de procesamiento	Amplitud 1: Identificación de relaciones entre organismos en los cultivos → Relaciones buscadas (mato y mandioca) y no deseadas (plagas) Amplitud 2: Agrupamiento de las expresiones que justifican prácticas de asociación entre especies → Beneficios en el suelo para futuras siembras, en la calidad de la cosecha por las altas temperaturas, etc.
estratégico	Amplitud 1: Clasificación y ejemplificación de relaciones intra e interespecíficas en los ecosistemas → positivas, negativas, neutras Amplitud 2: Resolución de problemas sobre las nociones de relaciones entre especies → Consecuencias ambientales y culturales de decisiones de manejo
extendido	Amplitud 1: Indagación sobre las prácticas de cultivo tradicionales y convencionales, y las asociaciones entre especies que se reconocen y fomentan → Diseño e implementación de entrevistas a agricultores, análisis categorial de respuestas, procesamiento y expresión de resultados en informes Amplitud 2: Análisis y reflexión sobre el desarrollo agrícola nacional y global → Argumentación sobre la expansión de la frontera agrícola, la erosión y pérdida de la diversidad biocultural, el CET y su influencia en prácticas actuales de cultivo no convencionales Amplitud 3: Valoración de los sistemas de conocimiento, sus criterios de producción y validación en torno al cultivo de vegetales y otras prácticas alimentarias → Análisis de los puntos de intercambio entre epistemes e identificación de las convergencias y divergencias para los cultivos de plantas

Figura 3. Contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE

Fuente: elaboración propia, basada en Robles-Piñeros *et al.*, 2020.

Los objetivos: revisitando el dominio cognitivo y afectivo

Los objetivos para la didáctica

Desde la perspectiva instrumentalista de la didáctica, el foco en los objetivos instaló una supuesta racionalidad técnica y científica que vertebró la producción curricular en la década de 1960, y cuya máxima expresión fue el *modelo por objetivos* (Cols, 2015b). B. Bloom y colaboradores establecieron una taxonomía para el dominio cognitivo de los aprendizajes esperados en grados de complejidad creciente, en el marco de una “pedagogía por objetivos” (Cols, 2015b, p. 85). Ocho años más tarde, los autores publicaron el segundo volumen del manual (*Handbook*), esta vez, dedicado al dominio afectivo (Krathwohl et al., 1964), si bien nunca se concretó el volumen destinado al dominio psicomotor. En la versión original (Krathwohl et al., 1964), la jerarquía de objetivos afectivos era, en orden creciente: tomar conciencia de un fenómeno (atención selectiva), responder activamente al mismo (p. ej. motivación por responder), valoración (desde la aceptación al compromiso), organización (contrastación y resolución de conflictos entre valores) y representación/caracterización (internalización de un sistema de valores que conlleva a un comportamiento consistente y predecible). Díaz Barriga (2015) critica que estas producciones tensionaron las relaciones pedagógicas al pensar que podían separarse los dominios afectivo, cognitivo y psicomotor, lo que impactó tanto en reformas curriculares como en procesos de acreditación áulicos. De hecho, el mismo Bloom y sus colegas reconocieron que era difícil pensar en el dominio afectivo de forma aislada del cognitivo.

Una revisión y reestructuración de la jerarquía cognitiva, realizada más recientemente por parte de los mismos autores (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002), permitió un abordaje relacional en dos dimensiones simultáneas: *conocimiento* (fáctico, conceptual, procedimental y metacognitivo) y *procesos cognitivos* (recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear) (Krathwohl, 2002). Sin adscribir al modelo de *pedagogía por objetivos* o pretender generar preceptos aplicables a cualquier situación didáctica, en la figura 4 hemos reorganizado estas dos dimensiones en función de la progresión creciente desde *recordar* a *crear* (dimensión procesos cognitivos, 1 a 19) y desde el conocimiento *fáctico* a *metacognitivo* (‘a’ a ‘k’), ya que creemos que representa un aporte a la formación del profesorado como ayuda para orientar la formulación de objetivos. Con este mismo fin, organizamos algunos ejemplos de estas dos dimensiones en la figura 5. Si además consideramos en la dimensión conocimiento a los sistemas o epistemes desarrollados en el apartado de los contenidos (CAE y CET, por ejemplo), estamos integrando los principios de la complejidad para la perspectiva culturalmente sensible, cuya configuración también podría representarse por un cubo con una zona de interacción al centro de los ejes x (procesos cognitivos), y (conocimientos académicos, CAE), z (conocimientos tradicionales, CET).

			(Sistemas de) Conocimiento			
			Fáctico	Conceptual	Procedimental	Metacognitivo
			b. Detalles específicos y elementos a. Terminología	e. Teorías, modelos y estructuras d. Principios y generalizaciones c. Clasificaciones y categorías	h. Criterios para uso de procedimientos apropiados g. Métodos y técnicas f. Habilidades y algoritmos específicos	k. Autoconocimiento j. Tareas cognitivas, del contexto y condiciones i. Conocimiento estratégico
Procesos cognitivos	Crear	19. Producir 18. Planear 17. Generar				
	Evaluar	16. Criticar 15. Chequear				
	Analizar	14. Atribuir 13. Organizar 12. Diferenciar				
	Aplicar	11. Implementar 10. Ejecutar				
	Comprender	9. Explicar 8. Comparar 7. Inferir 6. Sintetizar 5. Clasificar 4. Ejemplificar 3. Interpretar				
	Recordar	2. Nombrar 1. Reconocer				

Figura 4. Taxonomía revisada de objetivos según las dimensiones de los procesos cognitivos y los conocimientos involucrados

Fuente: elaboración propia a partir de Krathwohl (2002).

Proceso cognitivo - Conocimiento	Ejemplo de objetivo (Que las y los estudiantes sean capaces de...)
1-a	Reconocer las partes de la célula eucariota en una sopa de letras
2-b	Nombrar al menos tres causas antrópicas de la pérdida de la biodiversidad
9-e	Explicar las relaciones entre el ciclo del carbono, el calentamiento global y el cambio climático
10-g	Llevar a cabo el trasvasado cuantitativo de disoluciones de interés
11-h	Implementar criterios para el muestreo de visitantes florales en una salida de campo
12-e	Diferenciar las justificaciones que se fundamentan en la importancia de la selección natural y las que privilegian el azar
15-h	Evaluar el cumplimiento de los criterios establecidos para las preguntas del ciclo de indagación en un conjunto de ejemplos
17-f	Establecer predicciones en función de las hipótesis involucradas en una actividad experimental realizada de laboratorio
19-k	Escribir una reflexión fundamentada sobre el propio proceso de aprendizaje y cómo se superaron algunos de los obstáculos principales

Figura 5. Ejemplos de la redacción de objetivos para los procesos cognitivos (en orden creciente) y conocimiento académico de la figura 4

Fuente: elaboración propia.

La complejidad y el foco en el campo afectivo: valores, actitudes y emociones

Zembylas (2019) reconoce el giro afectivo en el campo de las ciencias sociales y de la educación y, en particular, en la educación en ciencias, gracias al alejamiento de la dicotomía razón-emoción (cuyo origen se remonta a los pensadores griegos a la doctrina positivista) y al reconocimiento de los aspectos sociales en la afectividad. Según diversos autores, la afectividad incluye emociones, motivaciones, actitudes, sentimientos y valores de distinta índole (Díaz Barriga, 2015; Koballa y Glynn, 2007; Mellado *et al.*, 2014; Seel, 2012). En el campo de la educación en ciencias, categorías sobre la afectividad como las *actitudes* fueron fuertemente investigadas en los años 70s y 80s, pero su estudio fue perdiendo estatus (Koballa y Glynn, 2007) para dar paso, más recientemente, al renovado interés que suscitan las emociones (Mellado *et al.*, 2014).

En este contexto, las actitudes representan el grado en que a una persona le gusta o disgusta un objeto, situación o persona, e integran componentes tanto *cognitivos*, como *afectivos* y *conductuales* (Seel, 2012) (figura 6). Su dimensión *cognitiva* refiere a las *creencias* personales sobre el destinatario de la actitud (como, por ejemplo, expresiones verbalizables como “la ciencia es divertida”, “el uso de animales en laboratorio debería prohibirse”), mientras que lo *afectivo* se expresa como *sentimientos* (experiencia subjetiva de una emoción) y *emociones* (por el momento, diremos que son reacciones fisiológicas) que genera el objeto de la actitud (p. ej. aburrimiento expresado por una postura corporal determinada). Entre tanto, el componente *conductual* se caracteriza básicamente por la

tendencia a la acción (Koballa y Glynn, 2007; Seel, 2012).

En la didáctica de las ciencias se ha consolidado una clasificación de las actitudes en *científicas*, que surgen del estilo de pensar y actuar de las y los científicas/os en prácticas investigativas, y *hacia las ciencias*,

dadas por acciones, personas, situaciones o ideas implicados en el aprendizaje (Koballa y Glynn, 2007). Algunas actitudes científicas son, por ejemplo, la racionalidad, la curiosidad, la imparcialidad, el pensamiento crítico, la honradez, la objetividad, la humildad, el escepticismo o la creatividad.

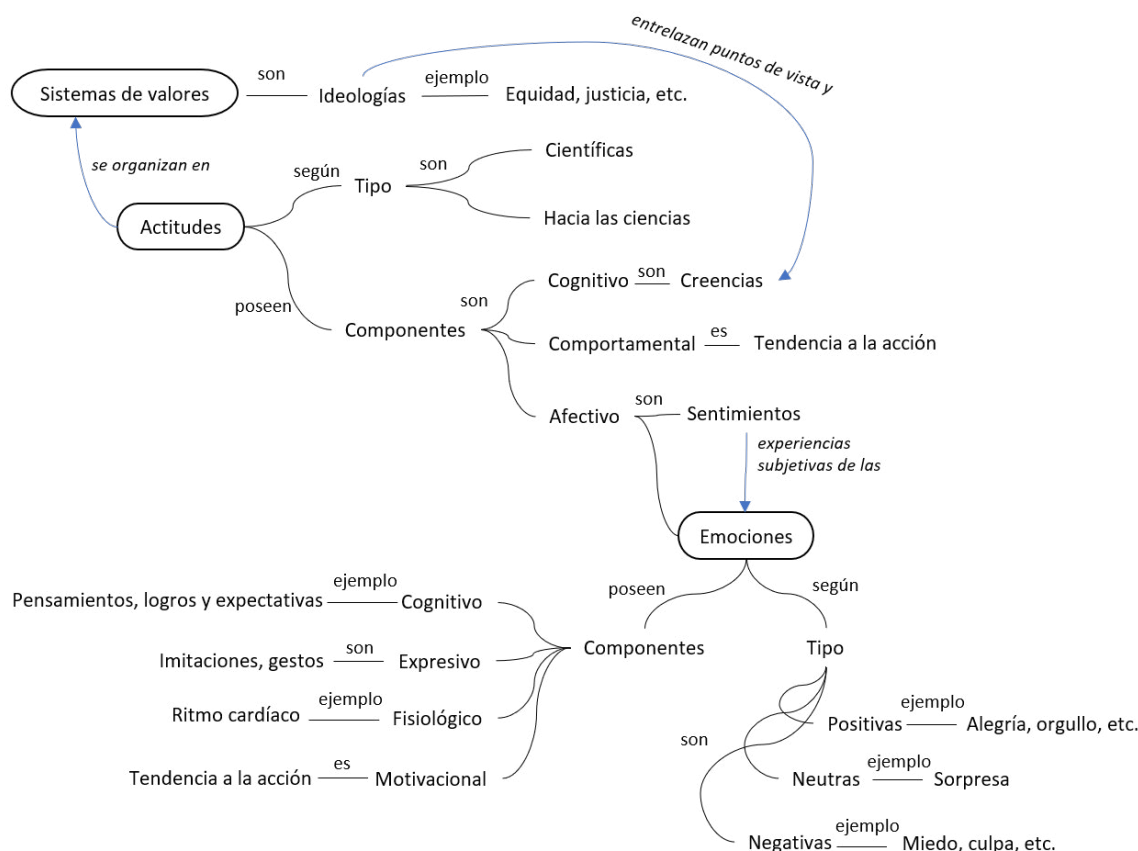


Figura 6. Representación de los componentes y las relaciones entre emociones, actitudes y sistemas de valores

Fuente: elaboración propia.

Retomando el campo *emocional*, de acuerdo con Gläser-Zikuda (2012), las *emociones* son construcciones multidimensionales que pueden definirse como un sistema de procesos de interacción entre distintos componentes: *afectivo* (sentimiento subjetivo experimentado), *cognitivo* (pensamientos, logros y expectativas), *expresivo* (imitaciones, gestos), *motivacional* (tendencias de acción) y *fisiológico* (p. ej., fre-

cuencia cardíaca). Mellado *et al.* (2014), en una recopilación del papel de las emociones en la didáctica de las ciencias, reconocen que los “estados emocionales positivos [como la alegría, el orgullo, la gratitud] favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos [miedo, culpa, etc.] limitan la capacidad de aprender” (p. 13).

Si ahora ampliamos la escala de análisis, Seel (2012) reconoce que, desde la psicología social, las *actitudes* se organizan en estructuras consistentes y coherentes que constituyen sistemas de valores (como la equidad, la justicia, y el cuidado y conservación del ambiente y del patrimonio biocultural), que son más persistentes y amplios que las actitudes. Estos sistemas, también denominados *ideologías*, entrelazan un conjunto de creencias, opiniones y puntos de vista fuertemente conectados, que se justifican en instituciones y grupos particulares. A su vez, Corrigan (2015) se pregunta cuáles son las oportunidades reales para que las y los estudiantes se apropien de la curiosidad, la parsimonia y el escepticismo, por ejemplo, entre otros valores centrales para la ciencia. Irzik (2015) agrega que el entendimiento de la ciencia como una actividad social con valores no ha sido fácil a lo largo de la historia, ni lo es en épocas de *desinfodemia*, posverdad y negacionismo científico (Cassiani *et al.*, 2022). En este sentido, estamos convencidos de que tanto los valores epistémicos como los no epistémicos (como la integridad, honestidad, libertad de investigación, respeto) de la ciencia han de contribuir a la formación de una ciudadanía crítica.

En clave política, Zembylas (2019) aboga por que la *política de las emociones* ponga el foco en la conexión entre la afectividad, los cuerpos y el poder, “con lo que adquiere significado analizar y cuestionar las normas culturales e históricas sobre las emociones, dependiendo de qué emociones se trate, cómo se expresan, quién logra expresarlas y bajo qué circunstancias” (p. 22). En la práctica, el autor señala que esto implica habilitar el espacio para rechazar el deseo de empoderarse de regímenes de conocimiento particulares, como el científico, que ha sido el hegemónico, al menos como un valor incuestionable.

Ejemplos de objetivos para una integración cognitiva y afectiva

Si para el componente de los contenidos expresados en los objetivos (expectativas de logro de las y los estudiantes) nos mantenemos dentro de un sistema de conocimiento académico, aunque no necesariamente, un ejemplo que puede vincular la comprensión de un concepto con la tendencia a su movilización por medio de motivaciones y comportamientos específicos es (i) “Diseñar e implementar una campaña de concienciación de la protección de las especies amenazadas de extinción de nuestra región, promoviendo una mirada positiva del cuidado y de la transformación social”. Creemos que en este caso se ponen en juego conceptualizaciones de la biodiversidad y las clasificaciones de especies amenazadas (conocimientos ‘c’ y ‘e’, figura 4) con una demanda cognitiva de alto nivel, como la “creación” (figura 4), a la vez que se movilizan, entre otros: valores de cuidado y conservación, creencias asociadas a los organismos involucrados y al rol de las personas en las amenazas de extinción, emociones experimentadas y buscadas para activar sentimientos, pensamientos y representaciones de conservación que promuevan tendencias a la revisión y modificación de comportamientos individuales y colectivos. Si ahora buscamos aproximarnos a la zona de interacción entre CAE y

CET, podríamos incluir, por ejemplo, el análisis sobre cómo las actitudes y representaciones de las personas con las especies animales y vegetales están asociadas a las culturas (Bermúdez *et al.*, 2021).

En otros dos ejemplos similares, podemos además activar el conocimiento metacognitivo de las y los estudiantes (i-k, figura 4) al (ii) “Valorar la conservación del medio ambiente y del patrimonio biocultural, promoviendo acciones de cuidado y visualizaciones de las relaciones naturaleza-cultura” y (iii) “Valorar el conocimiento ecológico tradicional de nuestras comunidades a través de la búsqueda de intercambios con los conocimientos escolares ecológicos”. En estos dos casos se explicitan las interrelaciones entre epistemes diferentes, tal como señalaba la figura 3 sobre los contenidos para una demanda de aprendizaje extendido (amplitud 3) anclada en la zona de interacción entre CET y CAE. Es decir, un contenido específico para los objetivos ‘ii’ y ‘iii’ se materializa coherentemente en los puentes de conocimiento entre los sistemas y prácticas de cultivo.

Consideraciones finales

En este artículo, propusimos enriquecer los diseños didácticos del profesorado, anclados en la formulación de contenidos y objetivos de las unidades didácticas, con los principios de la complejidad de E. Morin. Por un lado, desde la perspectiva de una enseñanza culturalmente sensible, entender el proceso educativo como un espacio de diálogo interepistémico e interontológico (Robles-Piñeros *et al.*, 2021) conlleva a asumir compromisos a la hora de diseñar unidades didácticas. Algunos de ellos pretenden superar obstáculos de la enseñanza intercultural buscada, tales como la simple comparación, la búsqueda de validación de los conocimientos tradicionales en los científicos (en detrimento del CET, generalmente), y la reducción del abordaje

de los primeros al diagnóstico de las concepciones alternativas de las y los estudiantes. Así, coincidimos con Franco y Ramírez (2016) en los criterios que definen para el desarrollo de materiales educativos que promuevan el diálogo científico intercultural, principalmente, el reconocimiento del estudiantado y profesorado como sujetos de conocimientos, del carácter comunitario de los conocimientos tradicionales, y de la necesidad de promover el diálogo entre valores epistémicos y no epistémicos de cada sistema de conocimiento.

Además, aun dentro de cada sistema de conocimiento, la triple dimensionalidad de los contenidos (amplitud, extensión y demanda cognoscitiva) puede facilitar al profesorado la delimitación de contenidos para una enseñanza de las ciencias superadora de aproximaciones memorísticas, con bajas demandas cognitivas, con sobrecarga de temas y con una extensión abrumadora. La experiencia docente nos informa que la definición de contenidos de un rango acotado pero relevante, extendidos principalmente sobre conceptos, principios y modelos (por sobre hechos y datos) y en función de la activación de procesos mentales desafiantes y propios de la ciencia (por sobre el unir con flechas, por ejemplo), representa en sí mismo un obstáculo a superarse en la formación inicial del profesorado. Por último, la búsqueda de la superación de las visiones dicotómicas de la razón y afectividad requiere del profesorado aproximaciones explícitas para integrar valores, actitudes y emociones en los sistemas de conocimiento, tanto en sus diseños didácticos como en las prácticas de enseñanza.

Agradecimientos

A CONICET, la SECYT y al FCEfyn de la Universidad de Córdoba, Argentina, por la financiación.

Referencias

- Adey, P. (1997). Dimensions of progression in a curriculum. *The Curriculum Journal*, 8(3), 367-391. <https://doi.org/10.1080/0958517970080304>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, R. y Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Abridged edition. Longman.
- Basabe, L., y Cols, E. (2015). La enseñanza. En A. Camilloni, E. Cols, L. Basabe, y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 125-161). Paidós.
- Bermudez, G. M. A., Ottogalli, M. E., Cisnero K. G., y García, L. P. (2021). Educación en biodiversidad en clave latinoamericana. En E. F. Amórtegui Cedeño y J. A. Mosquera (Eds.), *Didáctica de las ciencias naturales: Perspectivas Latinoamericanas. Aportes a la formación del profesorado y la educación científica* (pp. 44-68). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Bonil, J., Sanmartí, N., Tomás, C., y Pujol, R. M. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-19. <https://doi.org/10.12795/IE.2004.i53.01>
- Camilloni, A. R. W. (2015). Justificación de la didáctica. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney, *El saber didáctico* (pp. 19-22). Paidós.
- Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77-92). Springer.
- Cassiani, S., Selles, S. L. E., y Ostermann, F. (2022). Negacionismo científico e crítica à Ciência: Interrogações decoloniais. *Ciência y Educação (Bauru)*, 28. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220000>
- Cols, E. (2015a). La enseñanza. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 125-161). Paidós.
- Cols, E. (2015b). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En A. R.W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 71-124). Paidós.
- Corrigan, D. (2015). Values and learning science. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 1091-1093). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_136
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas i competencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 12-24.
- Díaz Barriga, Á. (2003). Currículum: tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 81-93. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412003000200005

- Díaz Barriga, Á. (2009). *Pensar la didáctica*. Amorrortu.
- Díaz Barriga, Á. (2015). *Curriculum: Entre utopía y realidad*. Amorrortu.
- Edelstein, G. (2007). Didáctica y orientaciones prácticas. ¿Una obstinación o un desafío? Aportes al debate. *Itinerarios Educativos*, 3, 38-59. <https://doi.org/10.14409/ie.v1i3.3913>
- Feldman, D. (2010). *Didáctica General. Aportes para el desarrollo curricular*. Ministerio de Educación.
- Franco, A. G. y Ramírez, L. L. (2016). Diseño de materiales para la educación científica intercultural: El cultivo de la milpa en México como ejemplo para el diálogo. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 16(3), 851-870. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4562>
- García, A. E. (2020). Los principios de la complejidad y su aporte al proceso de enseñanza. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28, 1012-1032. <https://www.redalyc.org/journal/3995/399565425012/399565425012.pdf>
- García-Martínez, A., Hernández-Barbosa, R. y Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316-331. <https://doi.org/10.14483/23448350.12623>
- Gläser-Zikuda, M. (2012). Affective and emotional dispositions of/for learning. En N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 165-169). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_819
- Irzik, G. (2015). Values and western science knowledge. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 1093-1096). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_384
- Izquierdo, M. A. Bonil, J., Pujol Villalonga, R. M. y Espinet, M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 21-29. <https://doi.org/10.12795/IE.2004.i53.02>
- Koballa, T. R. Jr. y Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science education. En S. K. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 75-102). Lawrence Erlbaum Associates.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Krathwohl, D., Bloom, B. y Masia, B. (1964). *Taxonomy of educational objectives. Handbook II: Affective domain*. Longman.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Morin, E. (2006). *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Ediciones Cátedra.
- Páez-Rincón, D., Reyes-Roncancio, J. D. (2020). Puentes entre conocimientos tradicionales y conocimientos científicos escolares con relación a las plantas medicinales en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora de Torcoroma. *Revista Científica*, 39(3), 309-323. <https://doi.org/10.14483/23448350.16736>
- Pérez Mesa, M. R. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 45, 17-34. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9830>
- Picco, S. y Cordero, S. (2021). Articulaciones y tensiones entre la didáctica general y la didáctica de las ciencias naturales: Algunas

perspectivas analíticas. *Praxis Educativa*, 25(1), 220-240. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/5319>

Psillos, D. (2015). Teaching and learning sequences. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 384-390). Springer.

Pujalte, A. (2015). Secuencias didácticas e innovación en la enseñanza. En A. Gutiérrez, E. Aguilera y A. Pujalte (Eds.), *La formación docente en ciencias. Propuestas para el desarrollo profesional* (pp. 130-139). Ministerio de Educación.

Ramos Palacios, L. A. y Casas García, L. M. (2018). Demanda cognitiva de estándares educativos y libros de texto para la enseñanza del álgebra en Honduras. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32, 1134-1151. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a19>

Ravanal Moreno, E. y López-Cortés, F. (2015). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742. <http://hdl.handle.net/10498/18508>

Robles-Piñeros, J., Ludwig, D., Baptista, G. C. S. y Molina-Andrade, A. (2020). Intercultural science education as a trading zone between traditional and academic knowledge. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 84, 101337. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2020.101337>

Rodrigues, A. L. F., Melo-Santos, G., Baptista, G. C. S., Robles-Piñeros, J. y da Silva, M. L. (2022). Ethnozoological knowledge about aquatic mammals in public schools: Proposals for an intercultural teaching of science. *Science Education International*, 33(2), 203-212. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.8>

Seel, N. M. (2012). Attitudes – Formation and change. En N.M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 371-374). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6>

Valladares Riveroll, L. (2011). Un modelo dialógico intercultural de educación científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55218731008>

Webb, N. (1997). *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Wisconsin Center for Education Research.

Zembylas, M. (2019). Intentos por discernir la compleja imbricación entre emoción y pedagogía: contribuciones del giro afectivo. *Propuesta Educativa*, 28(51), 15-29. <https://www.redalyc.org/journal/4030/403061372003/html/>

Forma de citar este artículo:

Bermúdez, G. y Ottogalli, M. E. (2024). Principios de complejidad para la planificación de contenidos y objetivos de unidades didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 152 - 171. <http://doi.org/10.17227/ted.num55-18734>



Actitudes de Estudiantes de Secundaria hacia las Ciencias Naturales: Estudio Preliminar Datos ROSES

- Attitudes of High School Students towards Natural Science: Preliminary Study of ROSES' Data
- Atitudes dos Alunos do Ensino Médio em Relação às Ciências Naturais: Estudo Preliminar dos Dados do ROSES

Resumen

En las últimas décadas, el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia se ha constituido en un aspecto de especial interés en el ámbito investigativo, lo que ha llevado a proponer diversas perspectivas sobre el proceso educativo de los educandos en formación. El presente documento analiza los datos iniciales tomados por el proyecto internacional ROSES (Relevance of Science Education Second) en la ciudad de Bogotá, Colombia, en especial la sección del cuestionario denominada "lo que me gustaría aprender" que pretende evaluar actitudes e intereses de quienes finalizan su proceso básico de educación secundaria sobre aspectos de la cotidianidad relacionados con la aplicación de las Ciencias Naturales (biología, física, química, geociencia) y la tecnología, así como los conceptos básicos propios de cada una de estas disciplinas. La metodología utilizada para el análisis de la información es de corte mixto, a partir de la triangulación de los datos empíricos obtenidos del instrumento ROSES, los documentos de carácter pedagógico referente a las políticas públicas en educación de Colombia y la naturaleza de las ciencias a partir de la orientación de la taxonomía de temas y subtemas de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente propuesto por Vázquez (2014). De los resultados y conclusiones se evidencia la necesidad de la incorporación de los elementos actitudinales que destacan los estudiantes, como orientación para la construcción de un currículo ajustado a sus necesidades y al contexto.

Palabras clave

actitudes hacia la ciencia; categorización de actitudes; naturaleza de las ciencias; proyecto ROSES

Pablo Alfonso Montoya Ramirez* 
Rosa Nidia Tuay Sigua** 

* Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Profesor Secretaría de Educación de Bogotá. Correo: pamontoyar@upn.edu.co

** Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Correo: rtuay@pedagogica.edu.co



Abstract

In recent decades, the study of students' attitudes towards science has become an aspect of special interest in the research field, which has led to propose various perspectives on the educational process of students in training. This document analyzes the initial data collected by the international project ROSES (Relevance of Science Education Second) in the city of Bogotá, Colombia, especially the section of the questionnaire called "what I would like to learn" which aims to assess attitudes and interests of those who finish their basic secondary education process on aspects of daily life related to the application of Natural Sciences (biology, physics, chemistry, geoscience) and technology, as well as the basic concepts of each one of these disciplines. The methodology used for the analysis of the information is of a mixed nature, based on the triangulation of the empirical data obtained from the ROSES instrument, the pedagogical documents related to Colombian's public education policies and the nature of the sciences from orientation of the taxonomy of themes and sub-themes of science, technology, society and environment proposed by Vázquez (2014). The results and conclusions show, the need to incorporate the attitudinal elements highlighted by the students, as orientation for the construction of a curriculum adjusted to their needs and context.

Keywords

attitudes towards science; categorization of attitudes; nature of science; ROSES project

Resumo

Nas últimas décadas, o estudo das atitudes dos estudantes face às ciências tornou-se um aspecto de especial interesse no campo da pesquisa, o que tem levado a propor diversas perspectivas sobre o processo educacional dos estudantes em formação. Este documento analisa os dados iniciais coletados pelo projeto internacional ROSES (Relevance of Science Education Second) na cidade de Bogotá, Colômbia, especialmente a seção do questionário chamada "o que eu gostaria de aprender" que visa avaliar atitudes e interesses de aqueles que concluem o ensino médio básico sobre aspectos da vida cotidiana relacionados à aplicação das Ciências Naturais (biologia, física, química, geociências) e da tecnologia, bem como os conceitos básicos próprios de cada uma dessas disciplinas. A metodologia utilizada para a análise da informação é de natureza mista, baseada na triangulação dos dados empíricos obtidos do instrumento ROSES, os documentos pedagógicos das políticas públicas em educação na Colômbia e a natureza das ciências a partir da orientação da taxonomia de temas e subtemas de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente proposta por Vázquez (2014). Dos resultados e conclusões fica evidente a necessidade de incorporar os elementos atitudinais destacados pelos alunos, como orientação para a construção de um currículo ajustado às suas necessidades e ao contexto.

Palavras-chave

atitudes em relação à ciência; categorização de atitudes; natureza da ciência; projeto ROSES

Introducción

El propósito del presente artículo es evidenciar las actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria hacia las ciencias naturales, siendo un avance de la investigación doctoral: actitudes de los estudiantes colombianos de 15 años hacia las ciencias naturales, la cual se basa en el estudio internacional ROSES, que se encuentra adscrito al Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, en convenio con la Universidad de Islas Baleares (UIB-ICE/IRIE), del cual se toman los datos obtenidos en la aplicación del instrumento ROSES (*Relevance of Science Education-Second*) a estudiantes de la ciudad de Bogotá.

El desarrollo tecnológico de los últimos cincuenta años ha impactado de manera significativa a la gran mayoría de la humanidad. La incorporación de herramientas digitales en ámbitos sociales, económicos, políticos y culturales ha permitido evidenciar el cambio hacia lo que Daniel Bell llamó la sociedad de la información, la cual se soporta en el desarrollo del conocimiento y sus aplicaciones, convirtiéndose en fuente de producción y riqueza, donde la productividad y la innovación son elementos fundamentales para su desarrollo. (Druker, 1993).

Esta sociedad del conocimiento y la información tiene diversas implicaciones como lo afirma Juan Carlos Tedesco (1998), en lo relativo a la manera en que los individuos interactúan, se relacionan y organizan. Por esto, la educación como parte esencial de la cultura y la sociedad, tiene un papel primordial, en la formación de las nuevas generaciones, con la tarea inalienable de brindar las herramientas necesarias para un mundo que cambia con rapidez.

Desde este punto de vista, el desarrollo de habilidades y capacidades en el proceso

educativo requiere estar acorde con las transformaciones que presenta el contexto, por lo que la educación en ciencias toma especial relevancia, tanto por su relación intrínseca con los avances tecnológicos y los conocimientos específicos de las disciplinas, como con la necesidad de potenciar en cada individuo el uso adecuado de estos, a partir de una cultura científica que le permita la toma de decisiones de manera informada. Así, las investigaciones en educación son de suma importancia, más aún, si se encuentran en el área de las ciencias naturales. Es de resaltar, que por mucho tiempo estas se han centrado en la enseñanza, por ende en la visión del educador, sin embargo, desde hace algunas décadas el desarrollo investigativo ha cambiado, tornando la indagación hacia lo que piensa el estudiante respecto de su propio aprendizaje.

Esto último, orienta el presente documento, donde el punto de vista del estudiante respecto al proceso educativo se hace relevante para establecer discusiones pedagógicas, a partir de elementos como el conocimiento de los intereses y actitudes de los estudiantes, los cuales permiten fundamentar de mejor manera la toma de decisiones sobre el currículo de ciencias naturales, de tal forma que armonice con las condiciones sociales, culturales y económicas presentes, brindando las herramientas necesarias para un desenvolvimiento adecuado de las generaciones que se forman para el futuro.

Una manera en que los estados han recabado información para la toma de decisiones sobre sus sistemas educativos ha sido las pruebas internacionales estandarizadas, en las cuales se ha priorizado la evaluación de conocimientos y su aplicación en contextos específicos. Muestra de esto son las pruebas TIMMS (*Trends in Mathematics and Science Study*), en la cual se enfatiza la evaluación en ciencias y matemáticas donde Colombia tuvo

participación en dos ocasiones 2003 y 2007 (*Institute of Education Sciences, s.f.*), y PISA (*Programme for International Student Assessment*), que evalúa las áreas de ciencias, matemáticas y lenguaje, siendo este último el referente internacional por el cual se ha decantado el país, alcanzando para el momento en que se escribe este documento su sexta cita. (OECD, s.f.)

Por su puesto, los resultados y estudios que se han realizado a partir de estas pruebas internacionales han permitido evaluar aspectos importantes sobre los sistemas de educación de los países pertenecientes a la OECD (*Organisation Economic Cooperation and Development*) y algunos elementos correspondientes a los estudiantes en los apartes contextuales, incorporados en las últimas aplicaciones. Sin embargo, se requiere ahondar aún más en aquellas situaciones afectivas que involucran percepciones y actitudes de los estudiantes que hacen parte del mismo proceso educativo (Mellado, 2013), permitiendo una visión más amplia de este. Otras aportaciones, que no son necesariamente desde el ámbito institucional, pero que contribuyen significativamente al contexto de la educación en ciencias, corresponden a las investigaciones sobre las actitudes de los estudiantes hacia su aprendizaje y la valoración que hacen de ellas, las cuales han nutrido la discusión y la de decisiones en diversos ámbitos (Sjøberg y Schreiner, 2019).

El estudio ROSE se ha constituido en uno de los más relevantes en este sentido, dada la incidencia en la discusión educativa en ciencias, aún en los países que no fueron parte de él. Este estudio fue direccionado desde la Universidad de Oslo por los doctores Sjøberg y Schreiner a inicios del presente siglo, quienes evidenciaron la necesidad de integrar aspectos diferentes al desarrollo cognitivo, centrándose en la evaluación de la percepción y actitudes de los estudiantes hacia las ciencias naturales y la tecnología. Producto del análisis de los datos recabados, se desarrollaron investigaciones en los diversos países participantes, además de los informes parciales y finales del proyecto, publicados por los investigadores principales en 2019. Aunque Colombia no hizo parte del estudio, algunos investigadores han hecho uso de los aportes tanto del instrumento de aplicación, que fue traducido y adaptado desde la Universidad de Islas Baleares por los doctores Manassero y Vázquez, como de los resultados obtenidos, permitiendo avanzar en sus propias propuestas. En este sentido, según se evidencia en diversas publicaciones de los últimos años, el país ha realizado un avance en la incorporación de estos aspectos, más allá de que los cuales han sido desarrollados para instituciones determinadas o poblaciones específicas, lo que muestra la necesidad de estudios de mayor amplitud, que permitan un análisis generalizado para la construcción de referentes colombianos para adelantar propuestas de mayor relevancia para la educación en las ciencias naturales.

Teórico

Políticas educativas

La estructuración y cohesión de los procesos en educación son elementos requeridos para dar alcance a los objetivos propuestos en ella; esto es posible a través del establecimiento de orientaciones que permitan a los diferentes actores tomar su lugar y proceder en consecuencia. Este punto de vista se encuentra en concordancia con la definición de política pública propuesta por Dye (1992, como se citó en Rizvi y Lingard, 2013), la cual corresponde a “cualquier cosa que los gobiernos decidan hacer o no hacer”.

Esta afirmación establece la consideración de diversos elementos que se ponen en juego para llevar a cabo los objetivos propuestos por un gobierno para el desarrollo de sus políticas. La educación, por tanto, no está exenta de ella, por el contrario, hace parte de estas visiones que se tienen para la estructuración del estado a partir de los diferentes gobiernos que en un momento dado ejercen el poder en una nación.

Desde este punto de vista, el estado colombiano ha elaborado políticas públicas en dos ámbitos en lo relativo a la educación básica (primaria y secundaria) y media, el primero, el aspecto legal, donde se provee la normatividad en la cual se determinan los deberes y derechos de la sociedad frente al ámbito de formación de los ciudadanos. El segundo está constituido por el aspecto pedagógico, ligado intrínsecamente al ámbito legislativo.

En el primer aspecto se encuentran tres documentos legales esenciales que son: la constitución política de Colombia, donde se establece la educación como derecho fundamental para los colombianos, siendo responsables de esta el estado, la sociedad y la familia.

El segundo es la ley 115 de 1994 (ley general de educación) donde se determinan las normas generales para la regulación de la educación en el país, así como los objetivos de cada nivel educativo (preescolar, básica y media), el establecimiento del plan nacional de desarrollo educativo (plan decenal de educación), en el cual se estipulan las acciones pertinentes para dar cumplimiento a la carta política. Por otro lado, presenta el concepto de currículo, el cual debe ser desarrollado por las instituciones educativas con la asesoría de las secretarías de educación de su jurisdicción. De igual manera, establece que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) es el ente encargado para elaborar los lineamientos generales para el desarrollo del currículo, así como los indicadores de logro de los grados pertenecientes a cada nivel, las orientaciones para la realización del plan de estudios, la distribución en áreas obligatorias, fundamentales y optativas, estableciendo “objetivos por niveles, grados, y áreas, metodología, tiempos y criterios de evaluación y administración” (MEN, 1994) según el proyecto educativo institucional (PEI) y lo establecido por la ley.

La tercera corresponde a la reglamentación de la ley general de educación, con el decreto 1860 de 1994, donde se dispusieron aspectos pedagógicos y administrativos. Sin embargo, para el desarrollo de este documento es de mayor interés el capítulo quinto de esta legislación, donde se establecen las orientaciones curriculares, especificando los elementos del plan de estudio, el servicio social estudiantil, el servicio de orientación escolar, algunas particularidades del uso del material didáctico y de los espacios escolares.

El segundo elemento en el desarrollo de las políticas públicas de educación se encuentra en aquellas que dan “orientaciones pedagógicas, didácticas y conceptuales a los currículos institucionales” (MEN, 1998), a partir de los

lineamientos curriculares (MEN, 1998), los estándares básicos de aprendizaje (MEN, 2004, 2006) y los derechos básicos de aprendizaje (2016).

Estos documentos fueron presentados para diversas áreas del conocimiento, sin embargo, en este artículo, se tomarán como marco referencial los establecidos para las ciencias naturales. En este orden de ideas, y teniendo en cuenta la presentación cronológica de estos documentos, se inicia con el análisis de los lineamientos curriculares, los cuales están compuestos por tres apartados. En el primero se presentan los referentes teóricos, donde se soporta la propuesta a partir de elementos filosóficos y epistemológicos, basados en el valor del mundo de la vida de Husserl (1936 como se citó en MEN 1998), centrándose en la persona, donde la perspectiva subjetiva de cada sujeto tiene un valor, que le permite interpretar una realidad, siendo enriquecida por el conocimiento científico. Este se encuentra en relación directa con el conocimiento común, la tecnología y su aplicación a la vida práctica, a partir de la concepción de naturaleza de la ciencia.

Dentro de este apartado, también se presentan los referentes sociológicos en los que la escuela tiene un papel preponderante ya que entabla relaciones con el entorno desde su institucionalidad, así como en su interior, a partir del trabajo colectivo que permite dar un nuevo significado a su labor desde el trabajo colectivo.

Esto implica que la escuela no es un ente aislado de la realidad, en palabras de Husserl, del mundo de la vida, por tanto, la escuela debe ser el lugar donde se relaciona el conocimiento de la ciencia con lo que sucede en el entorno, sea este próximo o lejano, lo cual implica necesariamente la reflexión desde diferentes ámbitos educativos; para con ello, establecer diálogos con el contexto para tener pertinencia en el trabajo pedagógico que se desarrolla. El tercer aparte se encuentra dedicado al aspecto psico-cognitivo, el cual tiene como principal eje la construcción del pensamiento científico, a partir de los procesos de pensamiento junto a la creatividad para hallar caminos diversos en la resolución de problemas.

La segunda sección del documento se encuentra dedicada a los aspectos pedagógicos y didácticos en relación con los referentes teóricos. En medio de este diálogo se encuentran los docentes y estudiantes, quienes son protagonistas en el acto educativo, de quienes se necesita un cambio en el rol que han asumido en la clase de ciencias. Para los primeros, implica modificar la manera en que se ha asumido la enseñanza de la ciencia, donde más que resultados, se requiere una reconstrucción de las condiciones que se dieron para que la propuesta teórica pudiera dar cuenta del fenómeno estudiado, lo cual determina no solo tener conocimiento acerca de un aspecto teórico determinado, sino que es necesaria una ampliación interdisciplinaria para una mejor comprensión del constructo de un saber. Por otro lado, desde el ámbito de los estudiantes se requiere que su participación sea activa dentro del proceso, donde la reflexión sobre su aprendizaje le lleve a tener mayor conciencia sobre lo que aprende y la manera en que lo aborda, de tal manera que la elaboración que pudiera llevar

a cabo sea enriquecedora, permitiendo así un entendimiento contextualizado de su realidad.

La última sección de los lineamientos plantea un ejemplo de la aplicación de estos, en el diseño de una propuesta curricular, no sin antes realizar una revisión de conceptos a tener en cuenta en su estructuración, a partir de los fines de la educación, los objetivos generales y específicos en el proceso educativo, así como la conceptualización de los logros, su importancia y la relación intrínseca con los indicadores. A la sazón de desarrollar esta propuesta, se plantean tres elementos básicos que la fundamentan: primero, el estudiante es el centro del proceso. Segundo, las ciencias son construcciones del ser humano que tienen diversas complejidades donde su clasificación solo es entendida por la organización para una mejor comprensión de estas, no existiendo una escisión real al interior de las ciencias naturales, así como de las ciencias sociales. Tercero, el conocimiento tiene sentido solo en el mundo de la vida, lo que permite la adaptación del ser humano a su entorno, e implica que no es posible un conocimiento sin un contexto en el cual se refleje y sea aplicable. A partir de lo anterior, se plantea a manera de orientación una propuesta de una ejecución curricular en un contexto específico de la enseñanza de las ciencias naturales, en donde los conceptos estructurantes son elementos fundamentales para su desarrollo, entendiendo que estos permiten analizar los fenómenos y situaciones desde diferentes perspectivas, brindando una forma diferencial de entender y desarrollar el proceso educativo en esta área.

Esta perspectiva relaciona humanidad, naturaleza, ciencia, tecnología y sociedad. Como se puede prever, las situaciones a estudiar se tornan complejas requiriendo la participación de saberes más allá de la especificidad de las ciencias naturales (biología, química y física), estableciendo de esta manera un trabajo

conjunto desde perspectivas diferentes. Lo anterior permite presentar una propuesta de currículo para el área de ciencias naturales y educación ambiental, así como su estructuración en contenidos desde un planteamiento amplio para los grados iniciales de preescolar hasta el último año de educación media. Posterior a esto, el estado colombiano asume la elaboración de un documento en sintonía con los lineamientos curriculares, el cual inició un proceso de construcción desde el año 2002, siendo consolidado en la publicación de 2006 (Cárdenas, 2021).

La finalidad de este documento es brindar un marco referencial para el diseño del currículo, el plan de estudios, los proyectos escolares, la producción de apoyos educativos, así como el diseño de prácticas de evaluación, además de aportar en la formulación de programas y proyectos para la formación inicial del profesorado, como también en la cualificación de docentes en ejercicio (MEN, 2006). Por otro lado, los estándares establecen criterios de juzgamiento del nivel de desarrollo de las competencias de un estudiante, así como la implementación del proyecto educativo institucional (PEI) o el sistema educativo nacional respecto a unas expectativas comunes de calidad (MEN, 2006).

En este sentido, el documento presenta una noción sobre calidad, que parte del análisis de la divergencia entre lo esperado que produjera el sistema educativo a partir de la escolarización y sus reales aportes al desarrollo social y las necesidades de la sociedad. Esto desembocó en la revisión de las exigencias sociales, donde los estudiantes debían de tener las condiciones necesarias “para desarrollar sus habilidades y valores” en aras de “vivir, convivir, ser productivo y seguir aprendiendo a lo largo de la vida” (MEN, 2006).

Como resultado de la diferencia mencionada, se llegó a establecer la necesidad

de la incorporación de factores asociados (currículo, recursos, prácticas pedagógicas, organización de las escuelas y cualificación docente) (MEN, 2006), como elementos imprescindibles para alcanzar los resultados deseados, en pro del desarrollo del país y su sociedad. Por tanto, se evidencia la función de los estándares como punto de referencia para la comparación entre lo establecido por el mismo documento y lo desarrollado en la escuela, de tal forma que se pueda determinar el nivel en el cual se encuentran los estudiantes al pasar por la escuela y precisar si se requiere un ajuste en el proceso, lo cual se estipula en los planes de mejoramiento continuo que desarrolla cada institución. En este mismo sentido, y para dar cumplimiento a la ley 115 de 1994 (Ley general de educación) en su artículo 78, referente al diseño de los “lineamientos generales de los procesos curriculares”, el estado colombiano elabora un tercer documento, el cual denominó derechos básicos de aprendizaje (DBA), los cuales tienen como finalidad hacer explícitos “los aprendizajes estructurantes para un grado y un área en particular” (MEN, 2016). Cabe anotar que allí se estipula que el aprendizaje estructurante es una manera de organizar los procesos de conocimiento y habilidades para alcanzar un aprendizaje.

Es evidente que en las últimas décadas el estado colombiano, a través de varios gobiernos, se ha dado a la tarea de construir referentes en política pública que direccionan el desarrollo de la escuela desde los ámbitos epistemológico, filosófico, pedagógico y didáctico con perspectiva diferencial a lo estructurado en el pasado. Para el caso de las ciencias naturales, ha propuesto una perspectiva tendiente a hacer del futuro ciudadano, una persona que pueda incorporar el conocimiento científico escolar a su vida cotidiana, para tener un conocimiento informado, de tal manera que pueda tomar decisiones de la forma más acertada posible, según las condiciones del contexto.

La naturaleza de la ciencia

Las condiciones cambiantes en ámbitos tales como la economía, la política y la cultura, precisan que el proceso educativo este acorde con las nuevas condiciones que presenta el contexto, no solo para mantenerse en consonancia con los avances propiciados por los conocimientos y sus aplicaciones, sino con el cumplimiento de la preparación de las futuras generaciones, que es uno de sus propósitos rectores. La consecución de este objetivo requiere adecuar los procesos pedagógicos y didácticos con las nuevas condiciones. Por esto, desde diversos ámbitos educativos se han realizado esfuerzos para establecer nuevas visiones que permitan una enseñanza-aprendizaje acorde con las necesidades del medio. Desde este punto de vista, la educación en ciencias presenta una evolución notable en las últimas décadas del siglo xx y en las primeras del presente, específicamente en el desarrollo de la didáctica de las ciencias a partir de su consolidación como disciplina académica (Aduriz-Bravo, 2007), estableciéndose como una alternativa a los métodos tradicionales de enseñanza de las ciencias.

De los diferentes estudios y aportaciones en este campo se hace relevante lo que Mc-Comas (1998) ha denominado la naturaleza de la ciencia (Ndc) (NOS por sus siglas en inglés: nature of science) donde no solo tienen lugar los contenidos disciplinares, pues junto a estos, se incorporan metaciencias como la historia, la filosofía, la epistemología, y la sociología de la ciencia. De esta forma, la Ndc aporta y enriquece el trabajo en el aula en lo relativo a la enseñanza de las ciencias, no solo en el entendimiento de estas, como una construcción humana, tendiente a la producción de conocimiento (Ayala, Ariza y García, 2021), sino que permite un cambio en la manera en que ciencia y científico son vistos por la sociedad. A pesar de lo expuesto, la Ndc presenta multiplicidad de acepciones, no existiendo un consenso sobre su definición, por tanto, en lo que atañe al presente documento, se asumirá la línea establecida por el profesor Aduriz-Bravo (2005) como “un conjunto de ideas meta-científicas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales”.

Para establecer las circunstancias en las cuales la ciencia se desarrolla, sus cambios y su relación con la sociedad y la cultura, el autor señala tres ejes o perspectivas de análisis, a saber: epistémico, histórico y sociológico. Con lo cual se pueden establecer tres objetivos (Aduriz- Bravo *et al.* 2013): conocimiento en torno a la ciencia, gracias a la reflexión que se hace a cerca de esta; alfabetización científica a partir de la revisión de los contenidos de la naturaleza de las ciencias y constitución de un elemento orientador en el proceso pedagógico que lo establece también como objeto de estudio.

La incorporación de las metaciencias en la enseñanza de las ciencias, incluye el desarrollo de formación de personas que ejerzan la ciudadanía dentro de un ámbito

social a partir de una postura crítica, con responsabilidad y autonomía, según lo exponen Matthews, (1994), Mc Comas (1998) y Driver (1996), desde una perspectiva más completa y ajustada a su realidad, es decir, personas con una cultura científica (Izquierdo *et al.*, 2016) que, a partir del desarrollo de sus habilidades de pensamiento, construyan argumentos con base en juicios que permitan la toma de decisiones fundamentadas. (Tuay *et al.*, 2020). Adicionalmente, Aduriz Bravo y Ariza (2013), plantean el establecimiento de tres finalidades para la naturaleza de las ciencias: intrínseca, cultural e instrumental. Esto se encuentra basado en la reflexión racional y razonable, sentido en el que la ciencia es una creación humana que no se encuentra aislada de otros ámbitos, que se hayan inmersos en ella y que la enriquecen para dar una visión más completa, lo cual permite que la enseñanza y el aprendizaje de los constructos de la ciencia tengan una perspectiva más amplia y contextualizada.

La Ndc permite a los estudiantes una perspectiva crítica sobre la ciencia (Izquierdo *et al.*, 2016), ofreciendo una imagen diferente a la que se encuentra en el imaginario colectivo de la sociedad y de los científicos, brindando una visión más humana, donde las personas construyen la ciencia, alejándose de la exposición de productos acabados y mostrando la complejidad de la actividad científica. (Izquierdo *et al.*, 2016). Por tanto, la Ndc brinda una alternativa en la enseñanza de las ciencias naturales, respecto al método tradicional, permitiendo la contextualización de la construcción de las ideas científicas, mostrando una ciencia humana, que permite la reflexión racional llevando a los estudiantes hacia una postura crítica respecto a su entorno cada vez más tecnificado, para la toma de decisiones

fundamentadas, partir de metaciencias como la filosofía, la sociología, la historia y la epistemología de las ciencias.

Medición de actitudes hacia la ciencia y la tecnología

Las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se han constituido en elementos fundamentales para el avance y comprensión de los procesos de aula. Sin embargo, para realizar su categorización y evaluación, se requiere establecer una revisión de la conceptualización, teniendo en cuenta las diversas acepciones existentes. Un acercamiento para la comprensión del concepto de actitud es el realizado en la investigación de Vázquez y Manassero (1995), respecto a la postura del profesorado del área de ciencias, quienes lo han identificado como la “disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia”, lo cual se evidencia en la manera en que los alumnos asumen su responsabilidad dentro y fuera del aula con sus deberes académicos, a partir de la motivación, agrado y disposición hacia sus clases. Sin embargo, como lo enuncian los mismos autores, esta es solo una aproximación a un concepto complejo que tiene diversos puntos de vista. En este sentido, Gardner (1975a, como se citó en Vázquez y Manassero, 1995) establece que “las actitudes hacia la ciencia serían las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia”, lo cual tiene alcances que se encuentran fuera de la discusión de este documento.

Teniendo en cuenta la multiplicidad de elementos que se configuran para la concepción de actitudes, es necesario establecer una organización para su estudio y posterior evaluación. En este sentido, Aikenhead *et al.* (1989 citado por Aikenhead, Ryan, 1992) desarrollaron el cuestionario VOSTS por sus siglas en inglés (*View son ScienceTechnology and Society*), siendo denominado en español COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad) (Bennassar *et al.*, 2010) el cual sirvió de base para el desarrollado por Rubba y Harkness (1993), llamado TBA-STs (*Teacher's Belief About Science-Tecnology- Society*) y el desarrollado por Manassero *et al.* (2003), el cual es una adaptación al español y al portugués del COCTS.

El desarrollo de este cuestionario permite la organización de los temas y subtemas de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, lo cual en palabras de Vázquez (2014) “ofrece una valiosa taxonomía para un mapeo completo del campo CTSA”.

Tabla 1. *Taxonomía de los temas de ciencia- tecnología-sociedad-ambiente*

Temas	Subtemas
Definiciones de ciencia y tecnología	
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia; 02. Tecnología; 03. I+D; 04. Interdependencia.
Sociología externa de la ciencia	
2. Influencia de la sociedad sobre la Ciencia/ Tecnología	01. Gobierno; 02. Industria; 03. Ejército; 04. Ética; 05. Instituciones educativas; 06. Grupos de presión; 07. Influencia sobre científicos; 08. Influencia general.
4. Influencia de Ciencia/Tecnología sobre la sociedad	01. Responsabilidad social; 02. Decisiones sociales; 03. Problemas sociales; 04. Resolución de problemas; 05. Bienestar económico; 06. Contribución al poder militar; 07. Contribución al pensamiento social; 08. Influencia general.
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad	01. Unión de las dos culturas; 02. Fortalecimiento social; 03. Caracterización escolar de la ciencia.
Sociología interna de la ciencia	
6. Características de los científicos	01. Motivaciones; 02. Valores y normas; 03. Ideologías; 04. Capacidades; 05. Efecto del género; 06. Infrarrepresentación de las mujeres.
7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización; 02. Decisiones científicas; 03. Comunicación profesional; 04. Competencia profesional; 05. Interacciones sociales; 06. Influencia de individuos; 07. Influencia nacional; 08. Ciencia pública vs. privada
8. Construcción social de la tecnología	01. Decisiones tecnológicas; 02. Tecnología autónoma.
Epistemología	
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones; 02. Modelos científicos; 03. Esquemas de clasificación; 04. Provisionalidad; 05. Hipótesis, teorías y leyes; 06. Aproximación a las investigaciones; 07. Precisión e incertidumbre; 08. Razonamiento lógico; 09. Supuestos de la ciencia; 10. Estatus epistemológico; 11. Paradigmas vs. coherencia de conceptos.

Fuente: Vázquez, 2014

La organización de temas y subtemas de la taxonomía COCTS no solo permite el establecimiento del cuestionario mismo, sino que a su vez da cabida a evaluaciones y análisis sobre la naturaleza de las ciencias, como se realiza en el presente estudio.

La relevancia de la educación científica (Segundo)

Relevance of Science Education-Second (ROSES), es un proyecto internacional de investigación comparada, el cual pretende indagar a los estudiantes que finalizan el proceso educativo obligatorio su punto de vista sobre la ciencia y la tecnología (C y T) en los ámbitos escolar y extraescolar. Este cuenta con el

trabajo conjunto de grupos de investigación en diversos países, los cuales buscan obtener una muestra amplia y representativa de estudiantes que finalizan su proceso académico secundario, quienes tiene la edad de 15 años en promedio, para diferentes sistemas educativos en el mundo, incluyendo el colombiano. (Convenio Andrés Bello, 2021). El objetivo principal del proyecto ROSES es mejorar el aprendizaje y el plan de estudios de ciencias naturales y la tecnología, dada la importancia que ha tomado la alfabetización científica y tecnológica para la sociedad y las personas que la forman, siendo imprescindible una educación científica relevante, acorde a las necesidades presentes y futuras. De lo anterior se desprende la necesidad de datos empíricos que permitan,

a través de perspectivas teóricas y discusiones dentro de los diferentes grupos investigativos, establecer propuestas tendientes a mejorar el aprendizaje y los planes de estudio en C y T.

Respecto al instrumento, se tiene que la base teórica y metodológica se encuentra en el proyecto ROSE, realizado veinte años atrás, el cual ha sido modificado, actualizado y validado a partir de un piloto en cuatro países. Distribuyéndose en 7 secciones, con un total de 169 ítems utilizando una escala Likert de cuatro entradas, adicionalmente el cuestionario cuenta con 3 secciones con una pregunta abiertas cada una.

Metodología

Para la identificación de las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia las ciencias naturales, se estableció una metodología mixta, realizando la triangulación de la información, a partir de la revisión de las políticas públicas colombianas con orientación pedagógica (Lineamientos, estándares y derechos básicos de aprendizaje), la taxonomía COCTS y el análisis estadístico descriptivo del instrumento ROSES. Respecto a este último, se eligió la sección identificada como “Lo que me gustaría aprender” que tiene tres dominios A, C y E, de los cuales se seleccionó el último, por la correspondencia con las temáticas de las políticas públicas colombianas, determinado a través de un análisis comparativo.

Al igual que la mayoría de las categorías del instrumento ROSES, este apartado consta de cuatro entradas tipo Likert y está constituido por 32 ítems, los cuales fueron respondidos por una muestra de 160 estudiantes de 15 años entre hombres y mujeres de la ciudad de Bogotá, Colombia. En lo que concierne al análisis de los datos recabados, se estableció la media ponderada y la desviación media para determinar los límites inferior y superior, lo cual permitió establecer los puntajes altos y bajos de los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

El dominio E del instrumento ROSES se encuentra relacionado con aspectos específicos de las ciencias naturales (física, química o biología), así como elementos epistemológicos, socio-científicos y de la naturaleza de las ciencias.

A continuación, se muestran los promedios generales de los 32 ítems

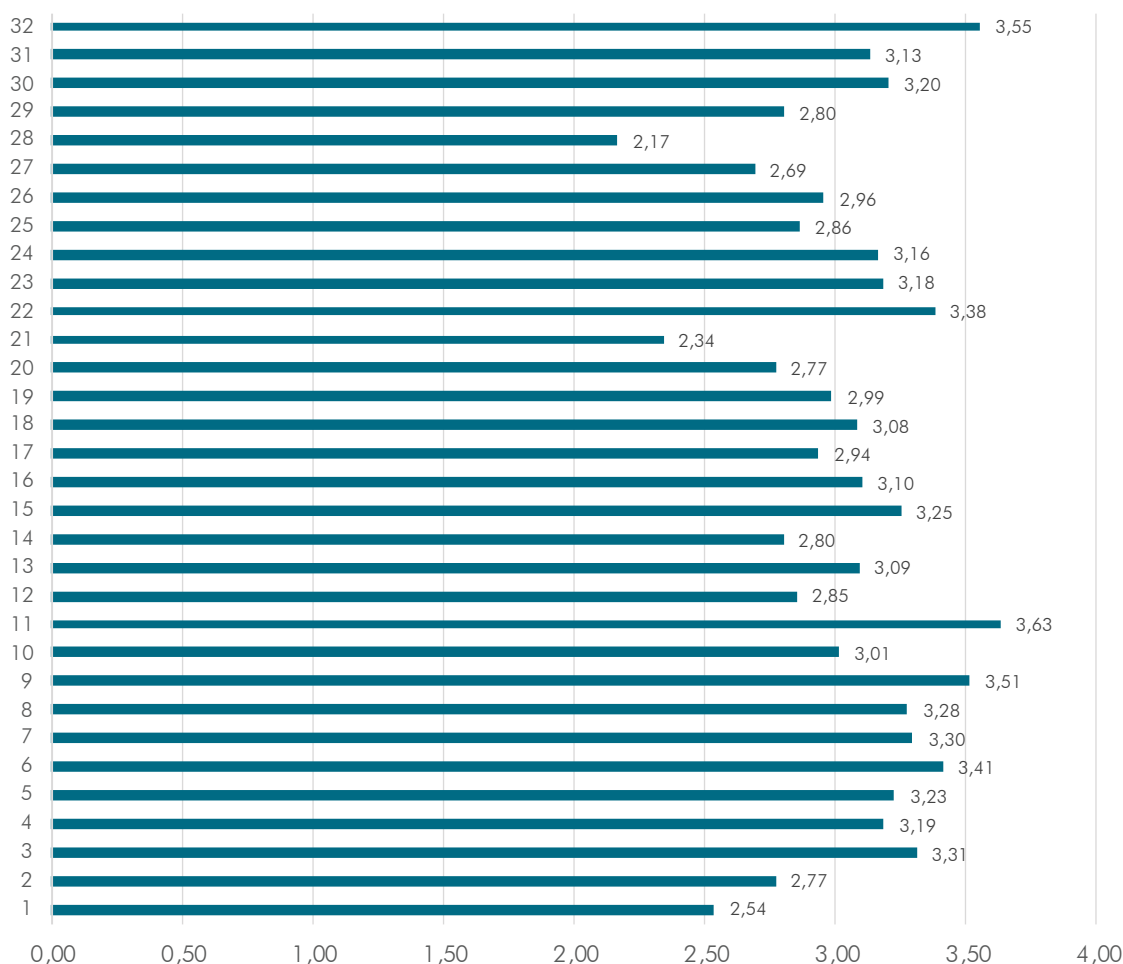


Figura 1. Promedios generales instrumento roses Dominio E

Fuente: elaboración propia

Para establecer los valores más altos y más bajos, se realizó el promedio ponderado de los datos, para el cual se obtuvo 3,05. Adicionalmente, se estableció la desviación media obteniendo un valor 0,3, con lo cual se establece que los datos a considerar en el límite inferior son aquellos que se encuentran

con valores menores o iguales a 2,71, entre tanto, la selección para los datos del límite superior son aquellos que se encuentran con valores mayores o iguales a 3,38. A partir de lo anterior, se encuentran en el rango superior los ítem 6, 9, 11, 22 y 32. Por otro lado, en el rango inferior se hayan 1, 21, 27 y 28 .

Tabla 2. Valores altos

Ítem	Promedio ítem
6. Enfermedades de transmisión sexual y cómo protegerse de ellas	3,41
9. Cómo diferentes drogas y narcóticos pueden afectar el cuerpo	3,51
11. Cómo proteger las especies en peligro de extinción	3,63
22. La exploración humana de Marte	3,38
32. Fenómenos que la ciencia no puede explicar todavía	3,55

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Valores bajos

Ítem	Promedio ítem
1. Cómo la puesta de sol produce los colores del cielo	2,54
21. Los detergentes y jabones y cómo funcionan	2,34
27. ¿Por qué los científicos no están de acuerdo a veces?	2,69
28. Personas científicas famosas y sus vidas	2,17

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos, tanto en el promedio general del aspecto E, como de manera particular para cada ítem, excepto 3 de ellos, evidencian una clara tendencia de los estudiantes por la selección de temas de ciencia que les gustaría aprender, lo cual se hace más relevante al realizar la comparación con la media general de la escala numérica (2,50).

De lo anterior, y teniendo en cuenta las valoraciones obtenidas para cada una de las frases que se presentaron a los estudiantes, así como de los resultados globales, se puede inferir una actitud claramente positiva hacia la ciencia, con una inclinación hacia la protección del medio ambiente, los fenómenos sin explicación y las ciencias biológicas. Todas relacionadas con elementos propios de la interacción de los estudiantes y su contexto.

Por otro lado, al realizar la contrastación de los resultados obtenidos con el cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS) de los ítems con valores altos y bajos se obtuvieron los datos mostrados en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Identificación según COCTS ítems valores altos dominio E ROSES

Ítem	Identificación taxonomía cocts
6. Enfermedades de transmisión sexual y cómo protegerse de ellas	Definiciones de ciencia y tecnología - Tema: Ciencia y tecnología. - Subtema: Ciencia.
9. Cómo diferentes drogas y narcóticos pueden afectar el cuerpo	Definiciones de ciencia y tecnología - Tema: Ciencia y tecnología. - Subtema: Ciencia.
11. Cómo proteger las especies en peligro de extinción	Sociología externa de la ciencia - Tema: Influencia de ciencia/tecnología sobre la sociedad. - Subtemas: Responsabilidad social, Resolución de problemas y Influencia general.
22. La exploración humana de Marte	Definiciones de ciencia y tecnología - Tema: Ciencia y tecnología. - Subtema: I+D, Interdependencia.
32. Fenómenos que la ciencia no puede explicar todavía	Epistemología - Tema: Naturaleza del conocimiento científico. - Subtema: Paradigmas vs coherencia de conceptos.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Identificación según COCTS ítems valores bajos dominio E ROSES

Ítem	Identificación taxonomía cocts
1. Cómo la puesta de sol produce los colores del cielo	Definiciones de ciencia y tecnología - Tema: Ciencia y tecnología. - Subtema: Ciencia.
21. Los detergentes y jabones y cómo funcionan	Definiciones de ciencia y tecnología - Tema: Ciencia y tecnología. - Subtema: Ciencia.
27. ¿Por qué los científicos no están de acuerdo a veces?	Epistemología - Tema: Naturaleza del conocimiento científico. - Subtema: Paradigmas vs coherencia de conceptos.
28. Personas científicas famosas y sus vidas	Sociología interna de la ciencia - Tema: Características de los científicos. - Subtemas: Motivaciones, Valores y normas.

Fuente: elaboración propia

Al realizar la correspondencia de los ítems de identificación de la taxonomía COCTS con los puntajes altos y bajos de ambos grupos de datos, se encuentran distribuciones similares hacia las definiciones de ciencia y tecnología, a pesar de la coincidencia en tema y subtema se evidencia que los ítems que corresponden a valoraciones altas están cercanos a las vivencias propias de los estudiantes.

Para el ámbito de identificación de sociología, la mayor valoración corresponde a la relación externa de la ciencia, no así para cuestiones internas que se pueden desarrollar al interior de la misma que obtuvo el puntaje más bajo.

Entre tanto, en el aspecto epistemológico la tendencia se dirige hacia el tema de naturaleza del conocimiento científico y el subtema referente a los paradigmas vs coherencia de conceptos, tanto para las valoraciones bajas como para las altas. Sin embargo, la diferencia se encuentra en que la primera se encamina hacia aspectos de las relaciones entre científicos, mientras que la segunda se haya hacia la esencia de la investigación científica como son los fenómenos de la naturaleza que aún no tienen explicación. Un aspecto que solo aparece en las valoraciones altas es el referente a las definiciones de ciencia y tecnología,

subtema I+D e interdependencia, que atañe a la exploración de otros planetas.

En general, se puede evidenciar que los datos obtenidos del apartado E muestran una tendencia positiva hacia la ciencia, a partir del análisis de los datos respecto al punto medio de la escala. Por otro lado, al aplicar los estadísticos para establecer las mayores valoraciones respecto a la media ponderada y determinar los grupos de mayor y menor valoración, se haya que los temas con inquietan de mayor manera a los estudiantes son aquellos que están más cercanos a su vida cotidiana, en especial con la protección del medio ambiente.

Por último, los datos analizados a través de COCTS demuestran que existe una tendencia a elegir temas donde la ciencia tiene injerencia en la sociedad, sin dejar de lado aspectos que atañen a la vida personal de los estudiantes referentes al aspecto biológico desde la ciencia pura, además de evidenciar curiosidad por aquellos fenómenos que no tienen aún respuesta científica.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de la sección E del instrumento ROSES, el análisis de

los datos a partir de la contrastación de los documentos estatales en educación y la taxonomía COCTS para la muestra de estudiantes de secundaria de Bogotá, se han identificado aspectos de la ciencia que suscitan mayor interés y, por ende, mejores actitudes hacia la ciencia. En este sentido, se ponen en evidencia las cuestiones que atañen directamente a la vida cotidiana y las vivencias en interacción con otros, que, a partir de la taxonomía COCTS, quedan en evidencia los temas que llaman la atención del grupo de estudiantes, donde la ciencia y tecnología destacan por encima de otros. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos son en mayor medida hacia el conocimiento de la vida humana y la interacción con el medio.

Por otro lado, el establecimiento de un análisis a partir de los datos desde el aspecto estadístico y la taxonomía COCTS, permitió establecer una relación entre los temas seleccionados por los estudiantes con puntajes altos y bajos, no solo para determinar su preferencia por elementos específicos de la ciencia, sino para clasificar los aspectos de la ciencia que son relevantes a los estudiantes. De lo anterior se puede establecer que la muestra tomada en la ciudad de Bogotá con estudiantes de secundaria evidencia una clara tendencia positiva hacia la ciencia y que, a partir del análisis de la taxonomía COCTS, son de relevancia temas referentes a sus vivencias, así como la ciencia aplicada en contextos específicos, lo cual se encuentra en consonancia por lo propuesto en la NDC y el fundamento epistemológico y filosófico de las políticas públicas colombianas.

Referencias

- Aduriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *BibliotecaVirtual Educared*. Com.pe. <https://bibliotecavirtual.educared.FundacionTelefonica.com.pe/index.php/site/default/detalle/id/00000000013/que-naturaleza-de-la-ciencia-hemos-de-saber-los-profesores-de-ciencias>
- Aduriz-Bravo, A. (2007). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de cultura económica.
- Aduriz-Bravo, A. y, Ariza, Y. (2013). Las imágenes de ciencia y científico: Una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia. *El quehacer del científico al aula* (pp. 13-20). Fondo editorial que educa.
- Aikenhead, S. y Ryan, A. (1992). The Development of a New Instrument: Views on Science-Technology- Society (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Ayala, L. Ariza, Y. y García, A. (2021). Caracterización de categorías de instrumentos sobre naturaleza de las ciencias: análisis y contribuciones modelo-teóricas.
- Bennasar, A., García, A., Manassero, M. y Vázquez, A. (2010). *Ciencia tecnología y sociedad en iberoamérica: Una evaluación de la naturaleza de la ciencia y tecnología*. OEI. <https://idus.us.es/handle/11441/59306>.

- Cárdenas, A. (2021). *El conocimiento escolar en los lineamientos, estándares básicos de competencias y derechos básicos de aprendizaje para el año de ciencias naturales en Colombia: Estudio de caso*. [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de caldas.
- Convenio Andrés Bello. (15 de septiembre 2021). *Tabla de equivalencias CAB*. <https://convenioandresbello.org/tabla/aplicacion-de-la-tabla-comparacion-entre-paises/>
- Druker, P. (1993). *La Sociedad poscapitalista*. Editorial suramericana.
- Institute of Education Sciences. (s.f.). Participating countries. <https://nces.ed.gov/timss/participation.asp>
- Izquierdo, M., García, A., Quntanilla, M. y Adúriz, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias, 93-108. Universidad Francisco José de caldas.
- Manassero, M. Vázquez, A. y Acevedo, J. (2003). Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS). Universidad de las Islas baleares. <http://docplayer.es/53715226-Cuestionario-de-opiniones-sobre-ciencia-tecnologia-y-sociedad-cocts-views-on-science-technology-society-questionnaire-manual.html>
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- McComas, W. (1998): *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las matemáticas*. DEPROFE. https://www.researchgate.net/publication/259891784_https://www.researchgate.net/publication/259891784_Las_Emociones_en_la_Ensenanza_y_el_Aprendizaje_de_las_Ciencias_y_las_Matematicas_Volumen_I
- MEN (1998). *Lineamientos curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- MEN (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- MEN (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- MEN (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje*. https://colombiaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf
- OECD. (s.f.). Programme for International Student Assessment. <https://www.oecd.org/pisa/data/>
- Porras, Y., Tuay, N. y Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 143-161.
- República de Colombia (2003). Artículo 67. Capítulo II. *Constitución política de 1991*.
- República de Colombia (8 de febrero de 1994). Ley 115 de 1994. *Ley general de Educación*.
- República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Capítulo V. *Decreto 1860 de 1994*.
- Rizvi, F. y Lingard, B. (2013). *Políticas educativas en un mundo globalizado*. Editorial Morata.
- Rubba, P. y Harkness, W. (1993). Examination of preservice an In-service secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Tecnology-Society Interactions. *Science Education*, 77(4), 407-431.

- Tuay, R. Porras, Y. y Ladino, Y. (2020). Relaciones entre pensamiento crítico, naturaleza de la ciencia y la tecnología en la educación científica y tecnológica en aulas Colombianas. *Indagatio Didáctica*, 12(4), 599-614. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21973>
- Sjøberg, S. y Schreiner, C (2019). *ROSE (The Relevance of Science Education) The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project*. ROSE Final Report, Part 1. University of Oslo. https://www.researchgate.net/publication/336253209_ROSE_The_Relevance_of_Science_Education_Final_Report_part_2_Western_youth_and_science.
- Tedesco, J. (1998). Educación y sociedad del conocimiento y la información. *Revista Colombiana de educación*, (36-37). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/5876/4860>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: Una revisión Conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13(3), 337-346. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21422>
- Vázquez, A. (2014). Enseñanza, aprendizaje y evaluación en la formación de docentes en educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluriversidad*, 14(2), 37-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7580427>

Forma de citar este artículo:

Montoya Ramírez, P. A. y Tuay Sigua, R. N. (2024). Actitudes de Estudiantes de Secundaria hacia las Ciencias Naturales: Estudio Preliminar Datos ROSES. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55). 172 - 189. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18845>



Contribuições da autoavaliação para a formação de estudantes de Física 3

- Contributions of Self-Assessment to the Education of Physics 3 Students
- Contribuciones de la autoevaluación a la formación de estudiantes de Física 3

Resumo

Este artigo de pesquisa teve por objetivo analisar as contribuições da utilização da autoavaliação na formação de estudantes na disciplina de Física 3, do Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica de uma Universidade Federal da região Centro-Oeste do Paraná, Brasil, a qual foi implementada durante dois semestres de ensino remoto emergencial, no ano de 2021. Este estudo possui natureza quali-quantitativa, ambas com uma abordagem descritiva, a fim de caracterizar detalhadamente os dados constituídos. Portanto, os dados para a análise foram constituídos a partir das notas finais dos sujeitos de pesquisa e de uma autoavaliação desenvolvida pelos participantes ao final da disciplina de Física 3. Assim, de 70 matriculados, apenas 52 participaram da pesquisa. Os dados foram analisados e discutidos à luz dos pressupostos teóricos, da estatística descritiva e da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016). Ao final, constatou-se que a proposta avaliativa, além de potencialmente melhorar o aprendizado, possibilitou a cada estudante um exercício de autonomia para o desenvolvimento de uma análise crítica e qualificativa de seus próprios processos de aprendizagem. Nesse sentido, eles tiveram a oportunidade de refletir sobre suas ações individuais e coletivas durante o período da disciplina, tornando-se mais conscientes de suas próprias necessidades.

Palavras-chave

avaliação formativa; aprendizagem; autoavaliação; abordagem descritiva.

Abstract

This research article aimed to analyze the contributions of the use of self-assessment in the education of students, during the discipline of Physics 3, within the Undergraduate Course in Electronic Engineering at a Federal University in the Central-West region of Paraná, Brazil, which was implemented during two semesters of emergency remote teaching in the year 2021. This study has a qualitative-quantitative nature, both with a descriptive approach, in order to thoroughly characterize the collected data. Therefore, the data for the analysis were derived from the final grades of the research individuals and a self-assess-

Maysa Anastacio Bernardo Flor da Rosa* 
Michel Corci Batista** 
Oscar Rodrigues dos Santos*** 

* Mestre em Ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Cornélio Procópio-PR, Brasil. Professora da Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED) E-mail: maysarosa@utfpr.edu.br.

** Doutor em Educação para Ciência, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)/Centro Internacional de Física (UNB), Campo Mourão-PR, Brasil. Professor do Magistério Superior (UTFPR). E-mail: michel@utfpr.edu.br.

*** Doutor em Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campo Mourão-PR, Brasil. Professor de Ensino Básico Técnico e Tecnológico (UTFPR). E-mail: oscarsantos@utfpr.edu.br.



ment developed by the participants at the end of the Physics 3 discipline. Thus, from the 70 enrolled students, only 52 participated in the research. The data were analyzed and discussed in the light of theoretical assumptions, descriptive statistics, and Content Analysis proposed by Bardin (2016). In the end, it was found that the assessment proposal, besides potentially improving the learning process, allowed each student to exercise autonomy to develop a critical and qualitative analysis of their own learning processes. In this sense, they had the opportunity to reflect on their individual and collective actions during the course, becoming more aware of their own needs.

Keywords

formative evaluation; learning; self-evaluation; descriptive approach.

Resumen

Este artículo de investigación tuvo como objetivo analizar las contribuciones del uso de la autoevaluación en la formación de estudiantes en la disciplina de Física 3, del Curso de Pregrado en Ingeniería Electrónica de una Universidad Federal en la región Centro-Oeste de Paraná, Brasil, el cual fue implementado durante dos semestres de enseñanza a distancia producto de la emergencia, en el año 2021. Esta investigación tiene un carácter cualitativo y cuantitativo, ambos con enfoque descriptivo, con el fin de caracterizar en detalle los datos constituidos. Por lo tanto, los datos para el análisis fueron conformados a partir de las calificaciones finales de los sujetos de la investigación y de una autoevaluación desarrollada por los participantes al final de la disciplina en Física 3; así, de 70 matriculados, apenas 52 participaron de la investigación. Los datos fueron analizados y discutidos a la luz de supuestos teóricos, de la estadística descriptiva y el Análisis de Contenido propuestos por Bardin (2016). Al final, se encontró que la propuesta evaluativa, además de potencialmente mejorar el aprendizaje, permitió que cada estudiante ejerciera su autonomía para el desarrollo de un análisis crítico y calificador de sus propios procesos de aprendizaje. En este sentido, ellos tuvieron la oportunidad de reflexionar sobre sus acciones individuales y colectivas durante el período del curso, tomando más conciencia de sus propias necesidades.

Palabras clave

evaluación formativa; aprendizaje; autoevaluación; enfoque descriptivo.

Introdução e Antecedentes

O cenário pandêmico pela ação do coronavírus, o SARS-COV-2, causador da doença do coronavírus-19 (covid-19), afetou o comportamento e mudanças em todos os contextos sociais. Durante todo esse tempo, no setor educacional, vivenciaram-se rupturas significativas de práticas pedagógicas, dentre elas as práticas avaliativas. A avaliação do aprendizado, durante o processo educacional, é um tema sempre caracterizado por diversas discussões e adversidades. O ensino remoto emergencial (ERE), alternativa frente da exigência sanitária de distanciamento social para o confronto da covid-19, encaminhou uma série de ponderações e deveres de adaptações, das quais emergiram novas investigações. Como modelo no ERE, algumas plataformas foram adequadas para comunicação de aulas síncronas. Entretanto, grandes partes dos estudantes não tinham nem mesmo, acesso à internet ou equipamentos adequados. Nesse sentido, a avaliação também precisou ser repensada para se tornar mais efetiva, além de auxiliar no próprio aprendizado.

No cenário brasileiro, diante da suspensão das atividades presenciais, a partir da segunda quinzena de março de 2020, as aulas foram reajustadas para o padrão ERE, as quais foram intermediadas por tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Essas, ao mesmo tempo em que cresceram, foram estimuladas, gerando novas ligações entre o ambiente físico e virtual (Bacich e Moran, 2018), conduzindo elucidações e adaptações, assim como evidenciando diferenças sociais (Conrad et al., 2022; Molon et al., 2022).

Sobre outra perspectiva, nessa mesma conjectura, Costa et al., (2021) proporcionaram a “*aprendizagem em* ensino de professores”, na qual, os profissionais da educação precisaram se apoderar de meios ligados à

comunicação, bem como atividades síncronas e assíncronas, intermediados por plataformas digitais. Decisões e dificuldades como essas se tornaram inevitáveis para manter o processo de ensino e aprendizagem de maneira rápida e eficaz. Portanto, foi preciso criar um novo plano para o que estava previsto a ser realizado nas aulas presenciais, com o propósito de ser utilizado no remoto, demandando certa flexibilização por parte de agentes envolvidos no processo. Da mesma forma, esse replanejamento tornou evidente a inevitabilidade de alterações na concepção de métodos de avaliações de aprendizagem (Silva et al., 2021). Para que essas reconfigurações se tornassem válidas, algumas legislações também tiveram que ser revistas em um tempo reduzido, de modo que, conferisse legalidade ao processo. Deste modo, o Conselho Pleno (CP) do Conselho Nacional de Educação (CNE), emitiu em 28 de abril de 2020, o Parecer CNE/CP n. 05/2020 (Brasil, 2020), que foi reexaminado em 08 de julho de 2020, pelo Parecer CNE/CP n. 09/2020 (Brasil, 2020a), contendo diretrizes, em relação ao modo como as atividades escolares deveriam ser executadas.

O Parecer n. 05/2020, dentre outras orientações, continha instruções sobre o uso de diferentes formas de avaliação, que seriam capazes para auxiliar escolas e professores no momento de obrigações pedagógicas não presenciais (Brasil, 2020). Essas orientações anuem o que, quase dez anos antes, já ressaltava Hoffmann (2013), sobre a relevância e pertinência do emprego de instrumentos avaliativos variados, proporcionando, além do respeito à diversidade e especificidade de cada aluno, alcançar os propósitos que cada ferramenta de avaliação almeja atingir. Desta forma, ainda que algumas limitações tenham sido evidenciadas, é importante destacar que para que houvesse uma legitimação de um modelo de prática avaliativa no ensino remoto

emergencial preconizado pelos regulamentos, paradigmas mais conservadores de avaliação tiveram que ser rompidos. A realidade mostrou que, era preciso rever a adoção do modelo de avaliação dita “clássica”, que mantém a ação centralizada nos docentes, com a desvalorização do modelo de avaliação realizada por estudantes, ainda desacreditada por conta de dúvidas sobre a capacidade que esses têm de refletir sobre seus próprios atos (Lopes, 2018).

Por conseguinte, esta pesquisa insere-se nas reflexões sobre a avaliação da aprendizagem, ocorrida no contexto do ERE, na medida em que a temática versa sobre a importância da autoavaliação, como um critério avaliativo formulado por estudantes no seu percurso de aprendizagem. Assim, esse trabalho objetivou analisar as contribuições da utilização da autoavaliação na formação de estudantes na disciplina de Física 3, do Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica, de uma Universidade Federal da região Centro-Oeste do Paraná, Brasil, a qual foi implementada durante dois semestres de ensino remoto emergencial, no ano de 2021.

Fundamentação teórica

Nas escolas, o que se tem adotado, como aponta Luckesi (2011), é ainda o uso das provas ao invés da avaliação da aprendizagem. É preciso levar em conta a origem e objetivo da prática dos exames, os quais se destinavam a classificar cidadãos para o exército e serviço público. No âmbito pedagógico, esse ato foi sistematizado entre os séculos XVI e XVII, quando as propostas pedagógicas foram determinadas por jesuítas e comenianos; assim, o instrumento avaliativo classificava como em aprovado ou reprovado, não importando se os estudantes aprenderam ou não, e com que qualidade (Luckesi, 2011; Hoffmann, 2013).

Foi a partir de 1930, que a avaliação da aprendizagem surgiu a partir do termo cunhado por Ralph Tyler. No Brasil, essa influência dos estudos norte-americanos, baseada na teoria da avaliação educacional, ocorreu no final dos anos de 1960 e início de 1970 (Luckesi, 2011). A proposta era baseada em promover a avaliação por objetivos, cujo enfoque teórico tinha um caráter comportamentalista e, se resumia a processos avaliativos para verificação de mudanças que haviam sido estabelecidas previamente como objetivos por docentes (Hoffmann, 2013). A influência de Tyler, segundo Hoffmann (2013), ainda é observada nas práticas avaliativas, quando em determinados períodos, por intermédio de testes respondidos por estudantes, ocorre à verificação do alcance dos objetivos traçados por professores, algo muito equivalente às práticas avaliativas na atualidade. Entretanto, o que ocorre é que a avaliação não se discute em si, levando a uma prática avaliativa sem reflexão (Hoffmann, 2013).

Quando Luckesi (2011) aponta que mais se examina do que avalia, ele se refere a uma distinção básica que deve ser realizada frente a essas duas práticas. Segundo o autor, “o ato de examinar se caracteriza, especialmente (ainda que

tenha outras características) pela *classificação seletiva* do educando, enquanto o ato de avaliar se caracteriza pelo seu *diagnóstico e inclusão*” (Luckesi, 2011, p. 29). Historicamente, segundo Rosa et al., (2018) a avaliação tem se mostrado como um instrumento de classificação, na qual se visa pouco a contribuição para o aprendizado de estudantes. Esse fato corrobora com as afirmações de Hoffman (2003) e Moretto (2008), que reiteram que as avaliações, que ainda hoje são aplicadas nas escolas, estão carregadas de parâmetros de julgamento de consequências no fim de um período letivo, evidenciando a unilateralidade e autoritarismo de docentes. Nessa mesma perspectiva, Moreira (2015) traz a concepção de que o ensino praticado é voltado para a testagem, ou seja, “para a resposta correta a ser dada em provas locais, nacionais e internacionais” (Moreira, 2015, p. 1).

Quando se pratica o exame em detrimento a avaliação da aprendizagem, sem as devidas reflexões sobre o ato de avaliar, pode-se estar incorrendo em uma associação de micropoder, adotados em locais microsociais (escola), ainda que, esse ato decorra de uma ação inconsciente, proveniente de replicação de atos pedagógicos adquiridos durante toda a vida escolar de docentes (Luckesi, 2011). Foucault (2013), quando versa sobre a temática, traz a o ponto de vista de que as provas proporcionam uma forma sancionatória e de castigo quando diz que:

o exame combina as técnicas da hierarquia que vigia e as da sanção que normaliza. É um controle normalizante, uma vigilância que permite qualificar, classificar e punir. [...] É por isso que, em todos os dispositivos de disciplina, o exame é altamente ritualizado. Nele vêm-se reunir a cerimônia do poder e a forma da experiência, a demonstração da forma da experiência, a demonstração da força e o

estabelecimento da verdade. (Foucault, 2013, p. 177)

Dessa forma, um dos maiores desafios está na correta compreensão do ato de avaliar, o que de fato caracteriza avaliar um estudante, ou ainda, avaliar todo o processo de ensino e aprendizagem, trazendo reflexão sobre o mesmo. Uma questão a considerar é que, a avaliação é muito mais que um instrumento, na qual cada estudante registra sua resposta “certa” ou “errada”, esta possui uma função social de preparar atores transformadores da sociedade. Nesse sentido, percebe-se pouca ênfase nos processos avaliativos que possam contribuir com o aprendizado de estudantes, tampouco como reorientação de prática educativa coletada por intermédio desses instrumentos (Caseiro e Gebran, 2008; Cruz e Fernandes, 2016; Almeida e Fernandes, 2016).

Para Hoffmann (2013), o ato de avaliar deve caminhar em uma perspectiva dialógica e cooperativa, na qual educador e educandos aprendam sobre si mesmos no ato próprio da avaliação. Nesse mesmo sentido, Luckesi (2011) reconhece que a avaliação da aprendizagem “é um ato rigoroso de acompanhamento da aprendizagem do educando” (Luckesi, 2011, p. 376). Igualmente, Barkley e Major (2020) afirmam que as avaliações devem ser imbuídas de reflexões e críticas, de tal modo que seja possível promover mudanças e melhorar o aprendizado, sendo também capaz de subsidiar a reorganização do trabalho pedagógico (Villas Boas, 2006).

Para Dal Ri (2020), o ato de envolver os estudantes em práticas pedagógicas, ainda não é efetivo, apesar do predito na Constituição Federal (CF) de 1988 (Brasil, 1988) e na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (Brasil, 1996), onde estudantes não são consultados e, além disso, estão sujeitos a um poder unilateral,

cabendo, portanto, aos docentes, o comprometimento ético de proporcionar circunstâncias de constituir cidadãos com pensamento crítico.

A avaliação não pode ser considerada dissociável dos processos de ensino e aprendizagem (Perrenoud, 1993; Sanmartí, 2007), muito menos julgar estudantes e docentes incumbidos de forma separada pela obtenção do conhecimento, de maneira que o saber seja obrigatório ao contrário de compartilhado e construído de forma colaborativa (Martins et al., 2021). Nesse sentido, existe a necessidade da inclusão de estudantes nos processos de avaliação. Assim sendo, para Pedrochi Jr. (2018), a avaliação formativa é um processo contínuo, iniciando com as primeiras atividades do planejamento, finalizando com o diagnóstico da última ação de regulamentação, para propor algo que inclua e capacite estudantes autônomos e que desempenham um papel ativo de sua aprendizagem (Grillo e Freitas, 2010; Mendes, 2014).

Ao julgar a autonomia, Santos (2002) reporta que, o estudante é o protagonista do processo da aprendizagem, “todo e qualquer acto de regulação tem necessariamente que passar por um papel ativo do aluno” (Santos, 2002, p. 1). Consequentemente, é entendido que, no momento em que a avaliação tem natureza diagnóstica e formativa, a ação de estudantes durante o processo, se torna mais ativa por interposto da autoavaliação, restando ao docente estabelecer componentes simplificadores, que forneçam perspectivas ao aluno para fortalecer a autoavaliação (Santos, 2002).

Desta maneira, a autoavaliação auxilia para que estudantes sejam habilitados de “informar-se sobre sua própria ação ou sobre si mesmo; regular a ação por si mesmo; guiar-se por si mesmo na sua ação e melhorar por si mesmo a eficácia de sua ação” (Régnier, 2002, p. 3), passando a compreensão da avaliação unicamente classificatória. Todavia, Grillo e Freitas (2010) evidenciam que, a asserção da autoavaliação não é caracterizada pelo processo de simplesmente atribuir notas por alunos a si mesmos por meio de um exemplo convencionado por docentes, porém, em um compartilhamento do trabalho pedagógico entre docentes e estudantes. Assim, há uma expectativa de que estudantes, lentamente se enxerguem com a capacidade de “tomar decisões sobre a aprendizagem” como protagonistas e “reorientar sua aprendizagem, sob acompanhamento [...]” (Grillo e Freitas, 2010, p. 45-46).

No momento em que o estudante expõe suas opiniões por meio da autoavaliação, segundo Santo (2002), é que efetivamente aconteceu a aprendizagem, assim é significativo que o estudante torne-se habilitado a reconhecer o erro e tenha a possibilidade de corrigi-lo. Ao docente compete à instrução que dará direção ao estudante a identificá-lo e realizar a autocorreção, desta forma, o erro é atribuído como “uma fonte rica de informação para a compreensão de uma situação de aprendizagem” (Santos, 2002, p. 2), ao invés de uma punição. O estudante ao ser sujeito ao método da autoavaliação passa a construir um comportamento responsável de autorreflexão, sobre o que é necessário fazer e a forma como deve

ser feita. Na mesma perspectiva, Vieira (2013) refere que, quando o estudante realiza a autoavaliação ele aprimora uma análise sobre si próprio na busca de um bom resultado.

Além disso, Nunziati (1990) diz que, é necessário também identificar uma série critérios na autoavaliação; no entanto, somente o estudante tem capacidade de dimensioná-lo, sendo eles: 1) “a implementação de exercícios de correção específicos e diferentes, Nunziati (1990)”, uma vez que o caminho do aprendizado do estudante não acompanha o mesmo sentido da matéria e nem a do docente (Santos, 2002, p. 2); 2) “modificação de comportamentos dos estudantes, Nunziati (1990)”, a “fala” de docentes, o manifestação não garante a apoderamento do conhecimento pelos estudantes (Santos, 2002, p. 2); 3) “destacando sucessos e não apenas os erros, Nunziati (1990)”, em livre tradução: salientar os êxitos e não apenas os infortúnios. Em síntese, a transposição dos erros, que apenas pode ser realizada pelo indivíduo que os pratica (Santos, 2002, p. 2). Dessa maneira, possibilita identificar que o estudante tenha percorrido as categorias listadas por Bloom (1991) em sua taxonomia, de forma que alcançou níveis cognitivos de ordem superiores.

Notou-se que em 2020, em decorrência do isolamento social, a necessidade da avaliação da aprendizagem levou à inúmeras reflexões, entretanto, entre os anos de 1987 e 2017 foram realizadas 238.218 pesquisas sobre a temática da avaliação (Paschoalino et al., 2020), o que comprova que não é de hoje a preocupação e relevância em relação à temática. No entanto, o cenário, no qual foram realizadas as pesquisas se altera com o tempo, assim novas pesquisas são fundamentais para uma melhor forma de avaliar.

Apesar disso, é interessante admitir que uma proposta avaliativa com estas particularidades

exija um esforço considerável e, também, um comprometimento ético do docente, almejando, além de reorientar a aprendizagem dos estudantes, conduzir uma nova definição das técnicas pedagógicas que decorrem dessa avaliação. Adicionalmente, não é um procedimento elementar desassociar-se da avaliação como testes e medidas, em virtude de a respectiva imposição do sistema educacional em efetuar os registros das notas com números condiciona docentes a manter estas práticas (Hoffmann, 2013). Nessa perspectiva, nosso artigo objetivou analisar as atividades de um processo de autoavaliação, na disciplina de Física 3 de um curso de Graduação em Engenharia Eletrônica, de uma Universidade pública Federal, localizada na região centro-oeste do Paraná, durante o período de ensino remoto emergencial.

Metodologia

O projeto de autoavaliação foi aplicado em duas turmas do curso de Graduação em Engenharia Eletrônica, de uma Universidade pública Federal, localizada na região centro-oeste do Paraná, durante o período de ensino remoto emergencial, no ano de 2021. O público-alvo foram estudantes, matriculados de forma regular na disciplina de Física 3, uma turma formada no primeiro semestre de 2021 (turma 1) e outra no segundo semestre de 2021 (turma 2), somando um total de 70 alunos. Portanto, este trabalho possui natureza quali-quantitativa, ambas com uma abordagem descritiva, a fim de caracterizar detalhadamente os dados constituídos na pesquisa. O conjunto de informações para análise, foram compostos, com base nas notas finais dos sujeitos de pesquisa e, de uma autoavaliação, elaborada pelos participantes ao momento de finalizar a disciplina de Física 3.

Para compreender o processo de constituição dos dados, faz-se importante ressaltar que no início de cada semestre letivo o docente da disciplina estabeleceu com a turma um contrato didático. Esse contrato buscou evidenciar logo, no início da disciplina, a importância das interações didáticas entre professor, aluno e saber, com vistas à organização dos papéis, dos lugares e das funções de cada um dos elementos humanos num sistema de tarefas e de obrigações recíprocas (Beltrão et al., 2010). O período de Ensino Remoto Emergencial exigiu do docente uma reflexão profunda para compor o contrato didático, pois agora os estudantes que assistiriam a aula, fariam atividades e avaliações desde as suas casas. Nessa perspectiva, foi necessária uma mudança de postura frente a um modelo de ensino que mensura aprendizagem, a partir de uma nota que o aluno tira em uma prova individual e sem consulta. Nesse momento, o professor não tem mais controle sobre o elemento consulta; logo, fez-se necessário pensar um modelo avaliativo que permitisse ao aluno uma participação ativa, e mesmo se consultasse materiais, físicos ou digitais, tivessem condições de desenvolver autonomia e saberes de conteúdo.

Nessa perspectiva, buscou-se, de acordo com Brousseau (1986, apud Pais, 2001), enfatizar para a construção do contrato didático, a importância da relação do aluno com o saber, tendo o professor um papel de mediador nessa relação didática, buscando propor situações desafiadoras e, considerando a aprendizagem nas dimensões individual e coletiva. Os tópicos elencados e discutidos com a turma no primeiro dia de aula para a formalização do contrato foram: 1) Percentual de frequência dos alunos no decorrer do semestre, visto que a mesma durante o período não estava sendo obrigatória; 2) Pontualidade; 3) Participação nas atividades desenvolvidas nas aulas síncronas; 4) Cumprimento dos prazos para a entrega das atividades avaliativas; 5) Participação na seleção das datas de entrega de cada atividade; 6) Participação no processo avaliativo; 7) Participação nas atividades realizadas em grupo.

A questão de autoavaliação, apresentada aos alunos participantes da pesquisa e que serviu para a constituição dos dados para esse trabalho foi a seguinte: “Faça aqui uma autoavaliação enquanto aluno da disciplina de Física 3. De 6,0 a 10,0, que nota você se daria na disciplina de Física 3? Por quê?”. Escolheu-se implementar a questão de autoavaliação ao final da disciplina porque nesse momento os alunos já teriam vivido todo o contrato didático e experienciado todas as atividades avaliativas propostas na disciplina com suas respectivas rubricas, tendo assim parâmetros individuais e coletivos para valorar na autoavaliação, indo ao encontro do que Silva et al., (2007) chamam de *validade relacionada a critério*, na qual “uma medida é considerada válida até o ponto em que ela se correlaciona com outra medida mais amplamente aceita — o critério” (Silva et al., 2007, p. 96).

Os participantes da pesquisa encontravam-se esclarecidos, cientes e em concordância mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Igualmente, é importante ressaltar que a pesquisa foi avaliada e aprovada junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, sob o Parecer n. 4.915.287. Desta forma, para manter como anônimos os participantes da pesquisa, estes foram caracterizados por: E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, até E70.

Para a análise dos dados referentes às respostas divulgadas pelos alunos na questão de autoavaliação da pesquisa, tomou-se como base as hipóteses teóricas da Análise de Conteúdo, de acordo com Bardin (2016).

A autora retrata a Análise de Conteúdo como um agrupamento de procedimentos de investigação das comunicações, com o objetivo de alcançar, através de métodos sistemáticos e objetivos de detalhamento do conjunto de conceitos das mensagens (quantitativos ou não), que possibilitem a dedução de informações relativas às situações de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. As etapas que foram seguidas durante a análise de conteúdo (Bardin, 2016), foram representadas na Figura 1.

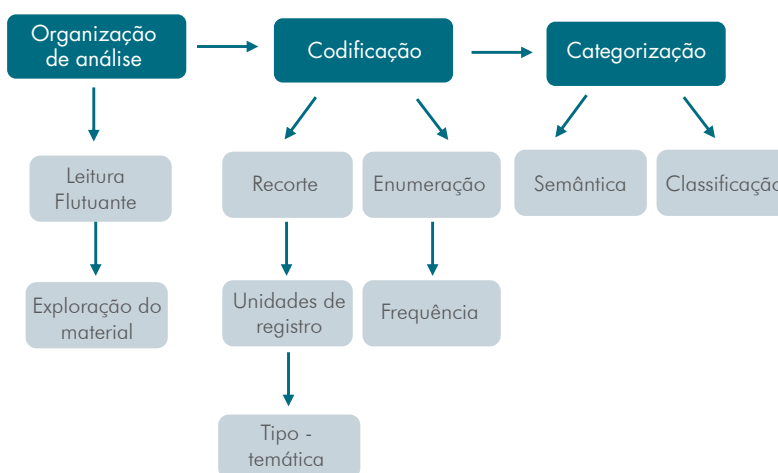


Figura 1. Representação das etapas da Análise de Conteúdo

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os dados constituídos nesta pesquisa estão apresentados nos resultados e discussão; assim mesmo, as categorias de análise estão expostas no Quadro 1, as quais foram

construídas de maneira indutiva, com base na exploração do material, este último será apresentado no próximo tópico.

Quadro 1. Categorias de análise dos dados

Etapas da Pesquisa	Categorias de análise	Subcategorias
Faça aqui uma autoavaliação enquanto aluno da disciplina de Física 3. De 6,0 a 10,0, que nota você se daria na disciplina de Física 3? Por quê?	Autoeficácia	Sentimentos positivos. Motivação para o estudo da Física. Cumprimento do contrato didático.
	Autocrítica	Sentimentos negativos. Reflexão sobre desempenho.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Resultados e discussão

A disciplina de Física 3 do curso de Engenharia Eletrônica tinha matriculado no primeiro semestre de 2021, 44 alunos, desses, 5 cancelaram matrícula durante o andamento da mesma, portanto essa turma aqui nominada por turma 1, contou 39 alunos. No segundo semestre de 2021, a turma aqui nominada por turma 2, tinha matriculado 35 alunos, chegando ao final apenas 31. Ao final do primeiro semestre de 2021 a turma 1 apresentou três reprovações; enquanto a turma 2 ao final do segundo semestre de 2021 apresentou duas reprovações. Ambas as turmas apresentaram uma média de notas muito próxima, como é apresentado na Tabela 1.

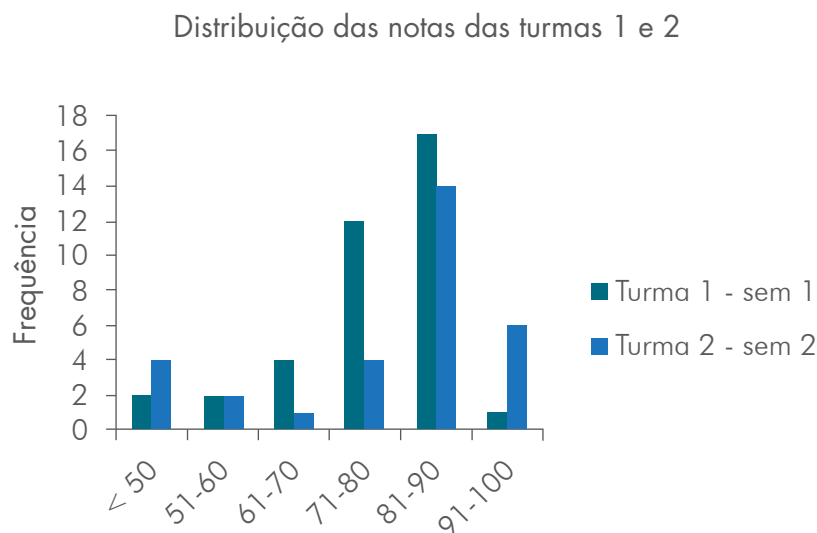
Tabela 1. *Relação das notas de participantes associadas às categorias*

Itens relacionados às notas	Turma 1	Turma 2
Média das notas	74,7	74,1
Desvio padrão	18,4	26,8
Intervalo	85,5	91,0
Menor nota	7,5	1,0
Maior nota	93,0	92,0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A partir da Tabela 1, é possível evidenciar, ainda por meio do intervalo ou do desvio padrão, que a turma 1 possui uma distribuição de notas mais concentrada, que fica mais evidente na figura 2. Também, é possível identificar na Tabela 1 que a menor nota final de cada uma das turmas estava abaixo de 10% do valor total, o que implica em um baixo desempenho e, conseqüentemente, na reprovação. A maior concentração de notas de ambas as turmas está entre 81 e 90, de acordo com a Figura 2. Pelo mesmo gráfico da figura, evidencia-se que nos intervalos de notas de 61-70 e 71-80, a turma 1 possui uma frequência maior, sendo no primeiro intervalo (71-80) uma diferença considerável na frequência, de oito estudantes. Já no intervalo de 91-100, a turma 2, apresenta uma frequência maior (quatro estudantes). Entretanto, na média das notas, as turmas podem ser consideradas com desempenhos equivalentes. Neste artigo, dos 70 participantes da pesquisa, apenas 52 foram tomados para o tratamento dos dados (qualitativos), uma vez que, nove fecharam suas matrículas no decorrer do desdobramento da pesquisa, sete fizeram a opção por não participar e um respondeu a autoavaliação, entretanto, sua resposta não foi suficiente para a investigação. Deste modo, os critérios de exclusão são adequadamente empregados.

Figura 2. Distribuição das notas das turmas 1 e 2 (semestre 1 e semestre 2 de 2021)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Ainda é necessário ressaltar, que nas respostas dos integrantes da pesquisa podem ser encontradas implicações que pertencem a uma ou mais das subcategorias mostradas no Quadro 1. Com base no método indutivo de Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), para a questão da autoavaliação, despontaram duas categorias principais: categoria 1 — Autoeficácia e, categoria 2 — Autocrítica.

Do total de 52 integrantes, 32 deles, aplicaram argumentos relacionados à sua

Autoeficácia, em outras palavras, ao seu rendimento satisfatório na disciplina de Física; e, 37 fizeram uso de argumentos associados à Autocrítica, isto é, seu desempenho inferior. Na Tabela 2, é mostrada a quantidade de integrantes que usaram na sua autoavaliação, apenas argumentos relacionados a cada uma das categorias e a quantidade de participantes que fizeram uso de ambas as categorias para argumentar sua nota.

Tabela 2. Relação das notas de participantes associadas às categorias

Intervalo de Nota	Apenas Categoria 1 Autoeficácia		Apenas Categoria 2 Autocrítica		Categoria 1 + Categoria 2 Autoeficácia e Autocrítica	
	Quantidade de estudantes	Frequência	Quantidade de estudantes	Frequência	Quantidade de estudantes	Frequência
9,0 – 10	8	53%	3	15%	3	17%
8,0 – 8,9	3	20%	5	25%	4	24%
6,0 – 7,9	4	27%	12	60%	10	59%
Total	15	100%	20	100%	17	100%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Com base na Tabela 2, é possível compreender que a maioria dos integrantes que fizeram uso somente de argumentos relativos com a autoeficácia, atribuiu-se notas acima de 9,0, o que corresponde as notas finais da disciplina, ou seja, temos sete alunos que atingiram média final acima de 9,0 e oito alunos na autoavaliação. Não podemos afirmar que os alunos que tiraram tais médias são os mesmos que se autoavaliaram nessa categoria; no entanto, espera-se que um aluno que tenha cumprido o contrato didático e realizado todas as atividades avaliativas, tenha condições de refletir sobre suas necessidades e principalmente sobre seu próprio desempenho. Dos/das integrantes que fizeram uso unicamente de argumentos relacionados com a autocrítica, a maioria concedeu notas no intervalo entre 6,0 e 7,9, novamente aqui é possível relacionar com a Figura 2, na qual tem-se dez alunos abaixo da nota mínima para aprovação. Esse resultado é importante pois, mesmo o aluno tendo consciência da sua eminente reprovação, ainda sim, é capaz de fazer uma autoavaliação crítica em que se evidencia uma tomada de consciência sobre o seu papel no contexto do contrato didático. Além disso, se a afirmação for simultaneamente autoeficácia e autocrítica, a pontuação atribuída varia de 6,0 a 7,9.

Contudo, através das análises referentes às ponderações dos integrantes com base nas suas autoavaliações no decorrer deste trabalho, fazem-se imprescindível ressaltar que as respostas dos participantes salientaram a conscientização com relação ao seu método de aperfeiçoamento referente à sua aprendizagem. Nesse contexto, a conscientização relaciona-se com a afirmação de Santos (2008, p. 27), quando reporta que o estudante “[...] deve ser capaz de confrontar o que fez, com aquilo que se esperava que fizesse”, o autor afirma ter regras de aprendizagem que focam no papel ativo dos alunos.

Essas ponderações permitiram a classificação de duas categorias, subdivididas e mostradas no Quadro 1, que serão analisadas a seguir.

Categoria Autoeficácia

Subcategoria Sentimentos Positivos

Esta subcategoria tem relação com aspectos como empatia, ajudar e permitir-se ser ajudado, com a precaução em não prejudicar aos/às outros quando as atividades possuíam a característica coletiva, bem como nos sentimentos de despreocupação na realização das tarefas ofertadas. Evidencia-se que, apesar do ambiente remoto, houve cooperação e interatividade entre os integrantes, de acordo como o observado nos relatos abaixo:

“Fui muito prestativa em todas as atividades em grupo.” (E1)

“Tive contato com pessoas que ajudaram a olhar com mais ânimo para a matéria, tive mais vontade de pesquisar sobre a matéria.” (E20)

“Senti facilidade na realização das provas. Foi um período bem tranquilo em física 3.” (E1)

“Aprendi física de uma forma leve e sem muita pressão.” (E10)

Subcategoria Motivação para o Estudo de Física

Aqui ocorre a evidência de sentimentos que tem relação ao entusiasmo dos integrantes, manifestados por características motivacionais que os direcionaram a um comprometimento no seu próprio progresso, como resultado, ao se constatarem motivados e comprometidos em seu processo de aprendizado, são capazes de criar relações entre a teoria e a prática, isto é, fazem a execução da teoria na prática, como relatado a seguir:

“Eu tenho aprendido e aplicado bem os conceitos, aprendendo na prática.” (E21)

“Gostei demais dessa sua metodologia, diferente e muito prática. Foi incrível.” (E3)

“Pelas formas de avaliação que me levaram a um aprendizado mais prazeroso do que o normal.” (E21)

“Me esforcei em todas as físicas, mas essa eu fiz as coisas com mais gosto porque eu realmente estava aprendendo.” (E49)

Subcategoria Cumprimento do Contrato Didático

As considerações dos integrantes na sequência retratam o compromisso com o contrato didático, que foi acordado no primeiro encontro remoto entre docente e alunos, no início da disciplina de Física 3. Apesar das normas da Instituição viabilizar a flexibilização relativa à fiscalização das presenças dos integrantes, foi possível observar um esforço coletivo para a participação em todas as aulas, além disso,

executar todas as atividades propostas, fazer empenho para acompanhar o conteúdo e, na execução de todas as atividades ofertadas. Salienta-se que a conjuntura do ERE possibilitou que os integrantes se planejassem conforme seu tempo, mas, isso requereu disciplina no cumprimento de prazos (Dutra e Sitoie, 2020). Entretanto, os relatos na sequência, mostram que os integrantes criaram uma autonomia considerável e, fizeram empenho para cumprir com os deveres do contrato, simultaneamente, há um esforço visível para superar as dificuldades de aquisição de conhecimentos e de cumprimento de atividades e prazos pré-acordados:

“Estar presente sempre nas aulas.” (E7)

“Participei de todas as atividades propostas pelo professor e de todas as aulas.” (E13)

“Assisti as aulas, fiz as atividades, e consegui assimilar boa parte do conteúdo proposto.” (E31)

“Eu não atrasei nem deixei de entregar nenhuma atividade, e assisti às aulas, mesmo sendo em horários diferentes.” (E40)

“Esforcei para tentar acompanhar o conteúdo e conseguir entender e aprender para as próximas matérias.” (E8)

“Procurei sempre acompanhar as aulas e realizar as atividades dentro do prazo de entrega.” (E12)

“Me esforcei de verdade para aprender e cumprir os prazos.” (E14)

“Corria atrás para entender cada vez melhor o assunto e tentando não deixar nada sem fazer.” (E15)

“Estudei para o melhor desempenho possível nas avaliações.” (E19)

“Dediquei ao máximo para conseguir alcançar todos os objetivos propostos pelo professor.” (E24)

“Realizei honestamente o método “sala de aula invertida” onde assisti as vídeo aulas antes do momento síncrono de tirar dúvidas. Nas aulas de sexta-feira, tirei algumas dúvidas com o professor, ou seja, fui de certa forma um aluno participativo.” (E35)

Categoria Autocrítica

Subcategoria Sentimentos Negativos.

Os relatos na sequência estão vinculados à categoria da autocrítica, percebe-se que os integrantes, provavelmente por acanhamento, evitavam a interação nos encontros síncronos. Mesmo que o comportamento docente apresentasse características de encorajamento aos alunos a participarem de forma ativa, esses sentimentos afloraram. Vale enfatizar que mesmo que se tente manejar essa condição, a vergonha e/ou medo de se comunicar em público é uma peculiaridade fisiológica (Marinho et al., 2019), e, conseqüentemente, Marinho et al. (2019) relata que, alguns procedimentos que precisam ser tomados para que isso seja abreviado, como “autoconhecimento, organização e domínio do discurso, vivências de fala em público e técnicas terapêuticas com exercícios de respiração e voz” (Marinho et al., 2019, p. 4). Portanto, considera-se, que o professor tem a capacidade de colaborar com essas táticas ao indicar atividades referentes a tais práticas; por outro lado, o desenvolvimento da expressão oral e escrita dos alunos é adequado, lembre-se de que esse distúrbio pode prejudicar muitas áreas da sua vida, incluindo trabalho, escola e relacionamentos. (D’el Rey e Pacini, 2005). Entre aqueles que ocuparam um lugar de destaque nas apresentações orais, outros relatam alguns atrasos e os veem como experiências que proporcionam oportunidade de aprendizagem e superação. Nessa perspectiva, pode-se concluir que os relatos educacionais são válidos. Adicionalmente, outras mensagens incluem:

“Pois eu tenho um pouco de problema em falar em público.” (E3)

“Vergonha para falar.” (E6)

“Por não interagir muito nas aulas (abrir o microfone), por causa da vergonha mesmo”. (E30)

Subcategoria Reflexão sobre o Desempenho

Fica claro aqui o desenvolvimento do senso crítico e autonomia dos integrantes. Em seus relatos, eles apresentam autocríticas sobre seu desempenho na disciplina de física, percebem que não se esforçaram o suficiente em seu aprendizado e nem conseguem identificar as falhas ocorridas ao longo do caminho. As descobertas dos participantes apoiam a noção de Trevisan et al., (2014, p. 241)

ao afirmar que “o próprio aluno deve poder reconhecer e corrigir seus erros, atingindo uma função corretiva”:

“Deixei a desejar como aluno no quesito aulas síncronas e atividades semanais.” (E1)

“Porque acho que poderia ter me dedicado mais, indo atrás de entender mais a fundo os conteúdos estudados durante a disciplina de Física 3.” (E9)

“Sobre o artigo de divulgação científica, que agora após concluir a disciplina de Metodologia de Pesquisa percebo que cometi diversos erros na formatação do texto.” (E19)

“Não tive tantas participações nas aulas e deixei de fazer algumas atividades assíncronas.” (E25)

“Não fiz várias atividades assíncronas, e não assisti a algumas aulas.” (E38)

Considera-se que, ao se engajarem na autoavaliação, os alunos terão consciência de sua própria prática e isso os ajudará a desenvolver as habilidades necessárias na sua profissão como engenheiros.

Conclusões

As práticas de avaliação educacional, que têm sido utilizadas de tempos em tempos no sistema educacional, utilizam principalmente modelos tradicionais, na perspectiva de testes escolares. Por outro lado, a autoavaliação não é uma panaceia, mas antes conduz a resultados mais auspiciosos, proporcionando aos alunos a oportunidade de regular e compreender o seu próprio processo de aprendizagem e apoiam os professores a reorganizarem as suas atividades de ensino em vez de repensarem o processo de aprendizagem,

porque que ambos fazem parte do processo de aprendizagem e ensino.

Assim, a autoavaliação é entendida como parte de um contexto de avaliação formativa, ajudando os alunos a desenvolverem competências para fazerem julgamentos críticos ao longo da sua aprendizagem. Ao olhar para si mesmo, o aluno consegue enxergar aspectos relacionados ao seu comprometimento, motivação e trabalhar em equipe de forma que lhe dê pistas sobre o caminho que deve seguir, pois este deve admitir e corrigir seus erros.

O reforço e a disseminação da aprendizagem tendem a ser mais sustentados e eficazes quando os próprios alunos têm conhecimento dos fatos, ou seja, quando têm controle sobre a sua própria aprendizagem. Porém, a autoavaliação é considerada eficaz porque além de envolver os alunos e dar-lhes autonomia no processo, os professores podem utilizar os dados dessas ferramentas para reorganizar e melhorar o processo de aprendizagem.

Levando em consideração que, o objetivo foi analisar a contribuição do processo de autoavaliação no processo de aprendizagem dos estudantes de Engenharia Eletrônica, pode-se concluir que esta se revelou como uma medida pedagógica prospectiva, considerando a participação do estudante no processo de avaliação. Tal posto que, mais do que qualquer outra pessoa, o aluno tem capacidade de refletir sobre o próprio desempenho, desenvolvendo assim a capacidade de autorregulação e assumindo uma postura responsável, autônoma e crítica em relação à própria aprendizagem.

Neste processo de autoavaliação, os alunos tiveram a oportunidade de ponderar sobre suas ações individuais e coletivas, assim como sobre a superação de dificuldades durante o período letivo de Física 3. Isso porque o

importante não é medir os erros ou acertos, mas sim o que os alunos toleram. Consequentemente, refletir e desenvolver análises críticas, independentes e qualificadas dos resultados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – 465259/2014-6), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fluidos Complexos (INCT-FCx), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Polo Astronômico Rodolpho Caniato.

Referências

- Almeida, V. A. C., e Fernandes, H. L. (2016). Autoavaliação, prática inovadora para promover o aprendizado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. 24-31. Em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4419>.
- Bacich, L., e Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso Editora.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Edições 70.
- Barkley, E., e Major, C. (2020). *Técnicas para avaliação da aprendizagem: um manual para professores universitários*. PUCPRESS.
- Beltrão R.C., Souza C.M.P., e Silva C.P.S. (2010). Contrato Didático e Suas Influências na Sala de Aula. *Educ. Matem. Pesq.* 12(2), 335-353. Em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/viewFile/2812/3309>
- Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União* de 5/10/1988, s.1, 1.
- Brasil. (1996). Presidência da República. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, 27833-27833.
- Brasil. (2020a). Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP n. 05/2020, de 28 de abril de 2020. *Diário Oficial da União* de 1º/6/2020, s.1, 32.
- Brasil. (2020b). Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP n. 09/2020, de 08 de junho 2020. *Diário Oficial da União* de 9/7/2020, s.1, 129.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115. Em: <https://revue-rdm.com/1986/fondements-et-methodes-de-la/>
- Caseiro, C. C. F., e Gebran, R. (2008). Avaliação formativa: concepção, práticas e dificuldades. *Nuances: estudos sobre Educação*, 15(6), 1-21. Em: <https://doi.org/10.14572/nuances.v15i16.181>

- Conrad, B. C., Ceschini, M. D. S. C., e Cunha, F. I. J. (2022). Processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino remoto emergencial: possibilidades de inovação pedagógica? *EAD em Foco*, 12(1), 1-15. Em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v12i1.1639>
- Costa, A. M. F. R. D., Almeida, W. C. D., e Santos, E. O. D. (2021). Eventos científicos online: o caso das lives em contexto da covid-19. *Revista Práxis Educacional*, 17(45), 162-177. Em: <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i45.8340>
- Cruz De Almeida, V. A. e Fernandes, H. L. (2016). Autoavaliação, prática inovadora para promover o aprendizado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. 24-31. Em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4419>.
- D'el Rey, G. J. F., e Pacini, C. A. (2005). Medo de falar em público em uma amostra da população: prevalência, impacto no funcionamento pessoal e tratamento. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21(2), 237-242. Em: <https://doi.org/10.1590/S0102-37722005000200014>
- Dal Ri, N. (2020). Política, educação e trabalho docente. *Revista Labor*, 1(23), 93-112. Em: <https://doi.org/10.29148/labor.v1i23.44289>
- Dutra, J., e Sitoie, C. L. (2020). O ensino a distância em tempos de pandemia e suas adequações, interações, afetividades e resultados. *EAD em Foco*, 10(3), 1-14. Em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i3.1085>
- Foucault, M. (2013). *Vigiar e punir*. Trad. Raquel Ramalhe. Vozes.
- Hoffmann, J. (2013). *Mito e desafio: uma perspectiva construtivista*. Mediação.
- Lopes, I. D. N. F. (2018). A Prática da Autoavaliação no Ensino Superior. *ID on line*. *Revista de psicologia*, 12(39), 839-850. Em: <https://doi.org/10.14295/idonline.v12i39.1033>
- Luckesi, C. C. (2011). *Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico*. Cortez.
- Marinho, A. C. F., Medeiros, A. M. D., Lima, E. D. P., Pantuza, J. J., e Teixeira, L. C. (2019). Prevalência e fatores associados ao medo de falar público. *CoDAS*, 31(6), 1-5. Em: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018266>
- Martins, A. D., Batista, M. C., e Pereira, R. F. (2021). Metodologias ativas na formação continuada de professores de Física: os discursos dos professores. *Research, Society and Development*, 10(12), 1-14. Em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20014>
- Mendes, M. T. (2014). *Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo*. [Tese Doutorado]. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Brasil.
- Molon, J., Ludovico, F. M., Barcellos, P. D., e Franco, S. R. K. (2022). Avaliação em tempos de ensino remoto emergencial. *Estudos em Avaliação Educacional*, 33, 1-16. Em: <https://doi.org/10.18222/eae.v33.8961>
- Moreira, M. A. (2015). Aprendizagem Significativa: uma ilusão perdida em uma cultura de ensino para a testagem. Em *Anais Conferência de encerramento do VII Encontro internacional sobre Aprendizagem significativa*. Espanha.
- Moretto, V. P. (2008). *Prova: um momento privilegiado de estudo não um acerto de contas*. DP&A.
- Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. Document de travail: université d'été juillet 1988. *Cahiers Pédagogiques*, 280, 47-64. Em: http://moodle.mce-fimem.it/pluginfile.php/4736/mod_resource/content/1/Valutazione%20Formatrice.pdf

- Pais, L. C. (2001) *Didática da matemática: uma análise da influência francesa*. Autêntica.
- Paschoalino, J. B. D. Q., Ramalho, M. L., e Queiroz, V. C. B. D. (2020). Trabalho docente: o desafio de reinventar a avaliação em tempos de pandemia. *Revista Labor*, 1(23), 113-130. Em: <https://doi.org/10.29148/labor.v1i23.44225>
- Pedrochi Jr., O., Buriasco, R. L. C. (2019). A avaliação como fio condutor da prática pedagógica. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.*, 20(4), 370-377. Em: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2019v20n4p370-377>
- Perrenoud, P. (1993). Touche pas à mon évaluation! Pour une approche systémique du changement pédagogique. *Mesure et évaluation en éducation*, 16, 107-132.
- Rosa, S. S., Macedo, C., Geremias Jr., J. D. S., Lisboa, E. S., Souza, R. C. T., e Rosa, V. (2018). Online Peer Assessment: pontos e contrapontos na percepção de docentes e de estudantes. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 24, 265-274. Em: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.265>
- Sanmartí, N. (2007). *Ideas clave evaluar para aprender*. Graó.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? Em Abrantes, P., e Araújo, F. (Orgs.). *Avaliação das Aprendizagens: das concepções às práticas* (pp.75-84). ME.
- Santos, L. (2008). Dilemas e desafios da avaliação reguladora. Em Menezes, L., Santos, L, Gomes, H., e C. Rodrigues (Eds.). *Avaliação em matemática: Problemas e desafios* (pp. 11-35). Viseu.
- Silva, E. D., Costa, M. C., e Corrêa, A. M. S. (2021). Avaliação da aprendizagem no contexto do ensino remoto: desafios e possibilidades. *Devir Educação*, 5 (2), 267-289. Em: <https://doi.org/10.30905/rde.v5i2.510>
- Trevisan, A. L., Mendes, M. T., e Buriasco, R. L. C. (2014). O conceito de regulação no contexto da avaliação escolar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 7, 235-250. Em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170792>
- Vieira, I. M. A. (2013). A autoavaliação como instrumento de regulação da aprendizagem. [Dissertação Mestrado]. Universidade Aberta de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Villas Boas, B. M. F. (2006). Avaliação formativa e formação de professores: ainda um desafio. *Linhas críticas*, 12(22), 75-90.

Citação deste artigo

Maysa, M., Michel, M. y Oscar, O. Contribuições da autoavaliação para a formação de estudantes de Física 3. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55). 190 - 207. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18866>



Conocimientos TPACK y actividades del tutor en línea en el aula virtual

- TPACK Knowledge and Online Tutor Activities in the Virtual Classroom
- Conhecimentos TPACK e atividades do tutor online na sala de aula virtual

Resumen

Diferentes estudios sobre el modelo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico y de Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés) con tutores en línea, han aportado evidencia empírica sobre cómo se deben organizar algunas de las formas de conocimiento que el modelo propone; sin embargo, no se ha hecho un análisis integral en el contexto de su práctica. En el presente estudio se realizó un análisis sobre cómo se manifiestan y explican, a partir del modelo TPACK, los conocimientos del tutor en línea en el aula virtual. De este modo, el diseño de investigación usado fue mixto, secuencial explicativo con dos fases conectadas: en la primera fase, los tutores (N=50) universitarios contestaron el cuestionario TPACK para identificar diferentes formas de conocimiento, los resultados permitieron la selección de los informantes clave (N=13) para la siguiente fase, considerando un criterio de máxima variación, estos tutores respondieron a una entrevista secuencial semiestructurada. Así, mediante un análisis temático desde la aproximación de confiabilidad de codificación, se analizó un corpus de 120 cuartillas, donde se identificaron y definieron cuatro actividades al impartir una materia en línea: psicoeducativa, diseño, orientación y tecnológica. Para cada una, se definieron acciones llevadas a cabo y se identificaron los conocimientos TPACK que las sustentan. Se concluye que la visión integrada sobre el tutor en línea articula la enseñanza universitaria en la educación a distancia virtual es útil para describir sus conocimientos desde el modelo.

Palabras clave

aprendizaje electrónico; TPACK; tutoría; universidad virtual

Abstract

Different studies on the Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) model with online tutors have supplied empirical evidence on how some of the knowledge forms proposed by the model should be organized; however, there has not been a comprehensive analysis in the context of their practice. In this study, an analysis was conducted on how the online tutor's knowledge is manifested and explained, based on the TPACK model. Thus, the research design used was a mixed-method, explanatory sequential with two connected phases: in the first phase, university tutors (N=50) answered the TPACK questionnaire to find

Lima Villeda Diana Natalia* 
Flores Macías Rosa del Carmen** 
Guzmán Cedillo Yunuén Ixchel*** 

* Maestra en Psicología y Candidata a Doctora en Psicología Educativa y del Desarrollo, profesora del Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México, diana.lima@iztacala.unam.mx.

** Doctora en Educación, Profesor-Investigador de la Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México rosadelcarment@yahoo.com

*** Doctora en Psicología Profesor-Investigador Asociado C de la Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. yunuen.guzman@unam.mx



different forms of knowledge, the results allowed for the selection of key informants (N=13) for the next phase, considering a criterion of maximum variation, these tutors responded to a semi-structured sequential interview. Thus, through a thematic analysis from the coding reliability approach, a corpus of 120 pages was analyzed, identifying and defining four activities when teaching a subject online: psychoeducational, design, orientation, and technological. For each one, actions conducted were defined and the TPACK knowledge that supports them was identified. This comprehensive analysis favors the recognition of idiosyncrasies and similarities that characterize the performance of tutors and provides guidelines for the design of training programs for e-learning. We concluded that the integrated view of how the online tutor articulates university teaching in virtual distance education is useful in describing their knowledge from the model.

Keywords

e-learning; TPACK; tutoring; virtual universities

Resumo

Diferentes estudos sobre o modelo de Conhecimento Tecnológico Pedagógico e de Conteúdo TPACK com tutores online, forneceram evidências empíricas sobre como eles devem organizar algumas das formas de conhecimento que o modelo propõe; não entanto, não houve uma análise abrangente no contexto de sua prática. No presente estudo, realizou-se uma análise de como o conhecimento do tutor on-line na sala de aula virtual é manifestado e explicado pelo modelo TPACK. Assim, o desenho de pesquisa utilizado foi um método misto, sequencial e explicativo, com duas fases conectadas: na primeira fase, os tutores universitários (N=50) responderam ao questionário TPACK para identificar diferentes formas de conhecimento, os resultados permitiram a seleção de informantes-chave (N=13) para a próxima fase, considerando um critério de variação máxima; esses tutores responderam a uma entrevista semiestruturada sequencial. Assim, através de uma análise temática a partir da abordagem de confiabilidade de codificação, um corpus de 120 páginas foi analisado, onde quatro atividades foram identificadas e definidas ao ensinar uma disciplina on-line: psicopedagógica, design, orientação e tecnológica. Para cada uma delas, as ações realizadas foram definidas e o conhecimento TPACK que as sustenta foi identificado. Finalmente, conclui-se que a visão integrada de como o tutor online articula o ensino universitário na educação a distância virtual é útil para descrever seu conhecimento a partir do modelo.

Palavras chave

aprendizagem eletrônica; TPACK; tutoriais online; professor universitário

Introducción

La educación a distancia virtual apoyada en sistemas de gestión de aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) es un entorno de formación profesional cada vez más relevante. El LMS media el diálogo didáctico (García-Aretio, 2020), al albergar contenidos y proveer herramientas para enseñar, evaluar, aprender y comunicar, atendiendo a los criterios educativos de cada universidad y de la formación profesional.

En este tipo de formación universitaria, el tutor en línea es una figura clave. Al dar seguimiento al aprendizaje de sus alumnos, pone en juego sus conocimientos sobre los temas de la materia, el proceso de aprendizaje en un aula virtual y los aspectos didácticos vinculados al uso de la tecnología para la enseñanza.

Con base en un diseño de método mixto secuencial explicativo, se analizan las actividades, acciones y conocimientos del tutor en línea desde el modelo TPACK.

Antecedentes

Diferentes autores (Willermark, 2017; Voogt et al., 2013) han empleado el modelo TPACK en investigaciones con docentes en formación y en activo, dirigidas a analizar la integración de la tecnología en la enseñanza de forma efectiva. Se han desarrollado instrumentos (Cabero et al., 2014; Schmidt et al., 2009), los cuales se han empleado para analizar los conocimientos de docentes de educación básica (Morales y Colorado, 2019), así como los

conocimientos de los tutores en línea (Archambault y Barnett, 2010; Anderson et al., 2013; Berry, 2019; Brinkley-Etz Korn, 2018; Kushner y Ward, 2013; Lima y Flores, 2018). Estos estudios han aportado evidencia empírica de la generalización del modelo TPACK en diversos contextos y circunstancias, aun cuando los tutores en línea no se hayan formado en él.

Sin embargo, hasta donde conocemos, no se ha estudiado la vinculación de los conocimientos en la práctica educativa de la educación a distancia virtual al impartir una materia. Por tal razón, se propone analizar la forma en la que se manifiestan y explican, a partir del modelo TPACK, los conocimientos del tutor en línea en la plataforma educativa Moodle

Marco Conceptual

Shulman (1989) plantea que los conocimientos del docente dan sentido a su actuación antes, durante y después de la enseñanza, y están presentes en sus actividades y cogniciones. Son fundamento para elegir y sustentar sus decisiones sobre cómo transformar los temas de la materia para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Retomando estas ideas, Koehler y Mishra (2009) proponen las formas de conocimiento que integran la tecnología al impartir clases y proponen el modelo TPACK para analizar las formas de *conocimiento base para la enseñanza* tanto de forma independiente como en interacción. Siguiendo a Koehler et al. (2014), las definiciones de cada tipo de conocimiento se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Conocimientos base para la enseñanza que componen el modelo *TPACK*

Conocimiento	Refiere a:
Del contenido (CC)	los temas de la materia que enseña el docente
Pedagógico (CP)	la enseñanza, relacionado con prácticas institucionales, estrategias y métodos para promover el aprendizaje.
Pedagógico del contenido (CPC)	la forma en que los estudiantes aprenden la materia, la organización y representación de los contenidos al diseñar la instrucción, y la adaptación a la diversidad de intereses y habilidades de los aprendices.
Tecnológico (CT)	cómo las tecnologías, nuevas y tradicionales, pueden integrarse al currículo.
Tecnológico del contenido (CTC)	cómo la enseñanza del contenido disciplinar es definido y delimitado por las posibilidades representativas y funcionales de la tecnología.
Tecnológico pedagógico (CTP)	sobre cómo la tecnología puede restringir o favorecer prácticas pedagógicas específicas.
Tecnológico pedagógico del contenido (CTPC)	las relaciones entre tecnología, pedagogía y contenido que guía al docente para desarrollar las estrategias de enseñanza de forma apropiada y específica a su contexto.

Fuente: elaboración propia

Metodología

La aproximación general de la investigación fue pragmática y siguió un diseño de método mixto secuencial explicativo con dos fases conectadas (Creswell, 2014). La primera fase fue cuantitativa, se aplicó un cuestionario y se identificaron los casos que participarían en la segunda fase, que sería cualitativa. En esta se realizaron entrevistas situadas en la actividad que el tutor realiza en el aula virtual de una de las materias que imparte.

Población

Participaron voluntariamente tutores en línea en Psicología en educación a distancia virtual, —Moodle posibilita las aulas virtuales—. Parte de sus funciones es elaborar el diseño tecnopedagógico de la materia.

Fase cuantitativa, identificación de participantes

Se siguió un diseño no experimental, transeccional, con una muestra intencional no probabilística (García *et al.*, 2009) de tutores en línea de la misma institución (N=50). Estos contestaron voluntariamente el cuestionario *TPACK* que valora la percepción de los tutores en línea sobre sus conocimientos, adaptado de Cabero *et al.* (2014). Es una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta, consta de 31 reactivos con índices de confiabilidad alfa de Cronbach que van de 0,90 a 0,93 (autores, 2018).

Considerando una muestra de máxima variación y selección de casos extremos (Goetz y LeComte, 1988), los participantes entrevistados fueron tutores cuyos

puntajes se ubicaron en el primer (M=102,69, N=13) o el último cuartil (M=150,05, N=13).

Fase cualitativa, análisis del discurso

Fue un diseño básico en su perspectiva instantánea (un punto en el tiempo) y comparativa (Flick, 2015). La técnica de recolección de datos fue una entrevista semiestructurada (Kvale, 2011) con preguntas de respuestas abiertas y tópicos exploratorios que variaron en su orden, conforme al discurso del entrevistado, cada tutor eligió, de sus materias, la que mostraría durante la entrevista.

Procedimiento

Mediante correo electrónico, se invitó a los 26 participantes seleccionados en la fase 1, de los cuales aceptaron 13. Se explicó que la

entrevista duraría como máximo una hora y treinta minutos; que podía ser presencial en un espacio de la universidad o por videoconferencia en Google Meet. Para establecer y dar continuidad al diálogo, así como apoyar visualmente sus explicaciones o descripciones (Harper, 2015), se pidió a los profesores entrar al aula virtual de una de las materias que imparten. Ellos eligieron cuál. Se solicitó la firma del consentimiento informado que indicaba que la participación era voluntaria, sin ningún tipo de retribución o perjuicio económico o laboral, y que la grabación sería utilizada solo con fines de la investigación y de forma anónima. Para videogravar el audio y la pantalla de la computadora, se usó la aplicación Apowersoft.

Los tutores en línea que accedieron a entrevistarse fueron 13. Sus características se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los tutores en línea participantes

Caso	Sexo	Cuartil	Modalidad de entrevista	Materia elegida para la entrevista	Formación recibida para la tutoría
1	F	3	Presencial	Práctica	Mixta mayormente en línea
2	M	1	Presencial	Teórica	No tiene
3	F	3	Virtual	Teórica	Mixta
4	F	3	Virtual	Teórica-Práctica	Mixta mayormente presencial
5	F	1	Presencial	Práctica	Mixta mayormente en línea
6	M	3	Presencial	Teórica-Práctica	Mixta mayormente presencial
7	F	1	Presencial	Práctica	Mixta
8	F	3	Presencial	Teórica	Mixta mayormente presencial
9	F	1	Virtual	Teórica	En línea
10	F	1	Virtual	Teórica	Mixta mayormente en línea
11	F	1	Presencial	Teórica-práctica	Mixta
12	M	3	Presencial	Teórica-Práctica	Mixta mayormente en línea
13	F	1	Virtual	Teórica-Práctica	Mixta mayormente presencial

Fuente: elaboración propia

Análisis temático

Se llevó a cabo el análisis temático (AT) desde la aproximación de confiabilidad de codificación (Braun *et al.* 2019), el cual es un proceso para reconocer significados e identificar temas de análisis. En el presente estudio, los temas se refieren a actividades que se definen en términos de los propósitos perseguidos en el aula virtual. Para cada actividad se identificaron acciones específicas. De esta forma, se constituyó el libro de códigos que se empleó para analizar un *corpus* compuesto por 120 cuartillas correspondientes a siete entrevistas transcritas *verbatim* empleando el programa informático QDA miner.

La actividad se definió como un conjunto de acciones al impartir una materia que tiene un propósito educativo e implica el empleo de diferentes herramientas digitales. La acción se definió como una actuación específica desarrollada en la plataforma para contribuir al logro de la actividad. Posterior al análisis temático para cada acción, se analizaron los conocimientos del modelo TPACK que la sustentan.

Para diseñar y desarrollar el libro de códigos del AT, primero se analizaron tres entrevistas en las que se identificaron y definieron acciones y actividades. Con base en los códigos ya definidos, dos observadores repitieron de forma independiente en cuatro ocasiones el análisis de dichas entrevistas. En cada ocasión se analizaron y discutieron las discrepancias y se afinaron las definiciones hasta conseguir en el registro independiente un índice de confiabilidad de 0.8 con el Alpha de Krippendorff, que se considera apropiado (Nilli *et al.*, 2017). Posteriormente, un observador analizó de forma independiente otras cuatro entrevistas; como ya no se identificaron más acciones que modificaran el libro de códigos y sus definiciones, se decidió, con base en el criterio saturación de datos (Braun y Clarke, 2019), concluir el análisis, las entrevistas restantes se leyeron sin codificar.

Resultados y Análisis

Fase cuantitativa

En la tabla 3 se presenta el puntaje promedio para cada tipo de conocimiento en el cuestionario TPACK. En el grupo del cuartil 1 las respuestas se ubican mayormente en la opción “ni de acuerdo ni en desacuerdo”. En el grupo cuartil 3 las respuestas se ubican mayormente en “muy de acuerdo”.

Tabla 3. Conocimientos percibidos para cada una de las dimensiones de conocimientos del cuestionario TPACK de los tutores participantes en la fase 2

Dominio del Conocimiento	Reactivos	Grupo cuartil 1 (N=7)		Grupo cuartil 3 (N=6)		x ²
		M	DE	M	DE	
Pedagógico CP	7	23,53	7,14	34,15	1.34	26 (10)*
De Contenido CC	3	11,76	1,14	14,69	.48	111,72 (5)*
Pedagógico de Contenido PC	1	3,07	1,11	4,92	.27	22,57(4)**
Tecnológico CT	7	21,92	6,18	32,53	1.94	26 (16)*
Tecnológico Pedagógico TP	6	20,30	6,67	29,23	1.09	26(9)*
Tecnológico de Contenido TC	1	2,92	1,03	5	0	26(4)**
Tecnológico Pedagógico de Contenido TPC	6	19,15	5,5	29,53	.77	26(8)**
Total	31	102,65	29,88	150,05	3.63	

Nota. (**)p < 0,001; (*)p < 0,05

Fuente: elaboración propia

La desviación estándar fue menor para ambos grupos en los conocimientos tecnológicos de contenido, pedagógicos de contenido y del contenido. El grupo cuartil 3 muestra una menor dispersión intragrupo (tabla 3).

Con la prueba chi-cuadrada se identificó que existen diferencias estadísticamente significativas para todos los tipos de conocimiento (tabla 3). Es decir, los grupos diferían en sus conocimientos TPACK, lo que aseguró una muestra de máxima variación.

Considerando que pudiera influir en la fase cualitativa la relación entre el tipo de materia elegida para la entrevista y los tipos de conocimiento, se realizó la prueba ji cuadrada, las diferencias entre grupos fueron no significativas.

Fase cualitativa

El propósito de esta fase fue tipificar, de forma integral, la actuación del tutor en línea al impartir una materia. Del AT emergieron y se definieron cuatro actividades para las que, a su vez, se identificaron y definieron acciones específicas que implementa el tutor al impartir su materia en la plataforma. Para cada acción se identificaron los conocimientos del modelo TPACK que las sustentan.

Del total de actividades y acciones observadas, las actividades psicoeducativas y de diseño tienen la mayor presencia, ambas se relacionan con el diseño, sobre cómo se enseña la materia, y con la vinculación con los alumnos; en cambio, las otras dos actividades, con un porcentaje mucho menor, se relacionan con la atención a situaciones emergentes de los alumnos o de la plataforma (ver figura 1).

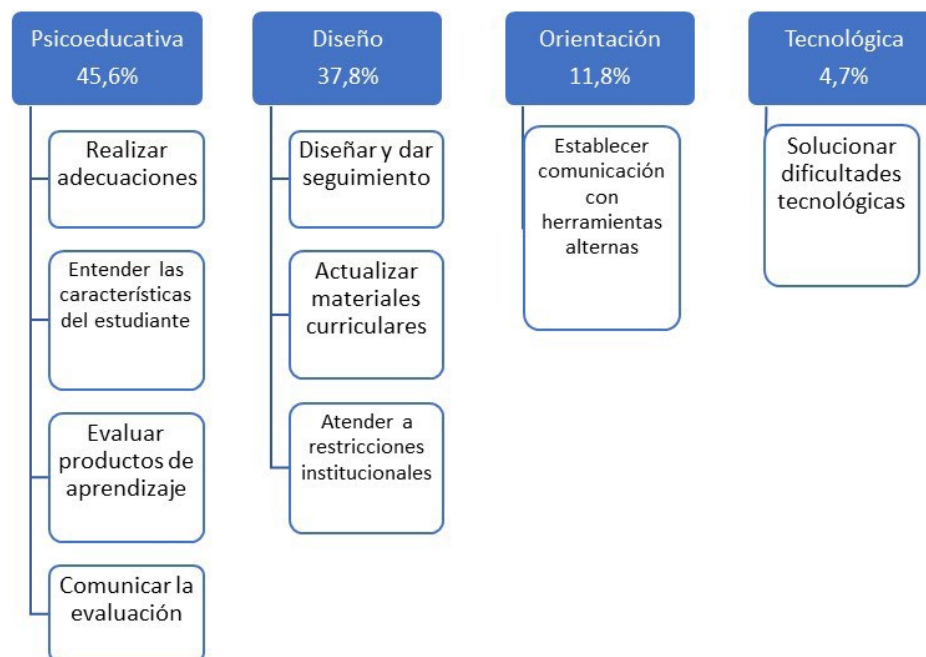


Figura 1. Actividades, acciones y conocimientos del tutor en línea

Fuente: elaboración propia

Actividad psicoeducativa

Su propósito es dar seguimiento y retroalimentación a los estudiantes, evaluar y valorar el logro de las actividades y del proceso de aprendizaje, para fomentar un aprendizaje profundo, complejo y crítico. Se identificaron los CP, CPC, CTP y CTPC, los cuales se detallan continuación.

Realizar adecuaciones para compensar dificultades. Refiere a incorporar actividades, estrategias de enseñanza, ajustes a la programación en fechas de entrega, etc. El siguiente ejemplo muestra CPC al realizar el ajuste, resultado de la participación de los alumnos en un foro:

[...]fue por eso que metí estos tres [señala videos]. [...] originalmente, se quedaba hasta aquí. [...] por más que intenté que entendieran por qué la psicología era una ciencia, simplemente no, revolvían mucho. Entonces, fue así como ¿qué hago?, y por eso les puse eso. Les dije "sabes qué, hay algo extra que te ayude a entender más el tema. (caso 2, cuartil 1)

Entender al estudiante. Refiere a considerar las características del trabajo de los alumnos, señalando logros o carencias en sus recursos cognoscitivos, socioafectivos o de disposición de tiempo. También, a sus posibles consecuencias en su adaptación o seguimiento en los cursos en línea. En su mayoría, se señalan dificultades como mantener comunicación, implementar estrategias de aprendizaje autónomo, pedir ayuda al tutor, entregar actividades en tiempos

establecidos, trabajar colaborativamente y ubicar el material en el aula. En el siguiente ejemplo de CP la tutora ubica las dificultades de sus alumnos “[...] les cuesta mucho esto de identificar ideas principales y secundarias, y lo que son las tareas de mapas conceptuales, mapas mentales o cuadros sinópticos, en los que ellos no pueden poner todo el copy-paste (sic) del texto” (caso 3, cuartil 3).

En la manifestación de CTP, los tutores señalan dificultades de sus estudiantes con alguna herramienta tecnológica, por ejemplo, el uso de la wiki, la lectura en formato digital, los mensajes en plataforma, dando una explicación del origen de estas dificultades: la edad, haber dejado de estudiar hace tiempo, carencias en la autorregulación del aprendizaje o problemas al navegar en el aula virtual. También, señalan emociones como ansiedad, aislamiento o incertidumbre ante a algunos aspectos del funcionamiento de la plataforma o de las herramientas para la comunicación sincrónica fuera de plataforma. Los tutores consideran que pueden influir en cómo se siente el estudiante al interactuar con la tecnología, por ejemplo: presentar en la plataforma fechas de entrega de forma confusa tiene un efecto negativo, en cambio, favorecer el acceso y uso técnico de aplicaciones para videollamadas o buscar espacios sincrónicos para dialogar y conformar un espacio de aprendizaje, tiene un efecto positivo.

El CTPC hace referencia a lo que el tutor hace para mediar entre los contenidos y las actividades y cómo los estudiantes abordan las actividades de aprendizaje. Se considera la comunicación asincrónica en la plataforma para apoyar la comprensión de un tema y la solución de algún problema o la mejora de actividades de aprendizaje. En el siguiente ejemplo, la tutora se refiere a lo que hace para guiar las prácticas profesionales:

Hay un sector de los alumnos que ya han tenido contacto con alguna persona que presenta discapacidad, y está el otro lado, en donde nunca han convivido con una población diversa. Tienen un montón de miedos, pero es más a nivel personal, no son cuestiones teóricas. Trato de mandarlo todo a través de mensajes en plataforma, trato un poco de normalizar y que ellos mismos busquen cuestionar los alcances de lo que están haciendo y, de ahí, las recomendaciones muy puntuales: tienes que leer este documento, no pienses que es únicamente para la población con la que estamos trabajando. En cualquier práctica que vayas a realizar en educación básica, debes tener presentes estos elementos para hacer una intervención. (caso 5, cuartil 1)

Evaluar productos de aprendizaje. Refiere a las evidencias de aprendizaje que se consideran relevantes para valorar los conocimientos y el desempeño de los estudiantes. Un ejemplo de CP es: “antes no manejada la parte de esto, mapa mental, antes manejaba que hicieran un ensayo, pero no se veía reflejado el aprendizaje del estudiante, entonces empecé a optar por cambiar actividades y también instrucciones” (caso 3, cuartil 3).

Los CTPC se manifiestan al señalar la actividad de aprendizaje en función de la materia, del semestre y del momento del ciclo formativo. Por ejemplo, al finalizar una unidad temática o el semestre, el tutor señala la herramienta para dialogar con los estudiantes sobre los contenidos y las particularidades de las actividades que les solicitó:

La mayoría de los recursos que utilizo son lecturas, de repente para complementar algo puedo poner algún vídeo; casi siempre, con base en una lectura y una actividad ligada a esa lectura. Depende

de lo que se vaya a hacer y depende del semestre, que ellos desarrollen glosarios sobre todo para primer semestre. Cuando son textos de antecedentes de la psicología, que son textos, de repente técnicos, o de filosofía. Pueden ser pequeños ensayos, en estos sociales [se refiere a materias sobre procesos socioculturales], que generen ideas, cuadros conceptuales, mapas mentales. Es el final de semestre, exposiciones por parte de ellos que se graben y manden su *link* (sic) de sus exposiciones. Pero, al finalizar cada unidad, trato de hacer un aula virtual, o si los tiempos están muy cortos, que sea un foro, pero que sí se contesten todas las respuestas. Me parece que, si se hace así, es un trabajo bien rudo, porque es muy desgastante, es estar leyendo a cada uno a profundidad, y estar contestando a cada uno y es una chamba fuerte. Las clases virtuales sí toma tiempo, por supuesto no todos se pueden conectar. (caso 8, cuartil 3)

Comunicar la evaluación. Refiere a informar al estudiante los criterios de evaluación, señalando la herramienta con la cual median la comunicación, con la posibilidad de explicitar que la intención educativa es que el estudiante tenga mejoras en el aprendizaje o en la calificación. La mayoría indica que realiza la acción al inicio, durante y al final del curso.

Al inicio, informan a los estudiantes aspectos organizativos de las actividades, fechas de entrega, una introducción a la materia; emplean medios sincrónicos como videoconferencias. Muestran la planeación de actividades en un documento que insertan en el aula virtual y lo envían en un mensaje grupal. En el transcurso del semestre, señalan la calificación de las actividades de la evaluación formativa, enfatizando puntuaciones por rubros. Recurren a herramientas del LMS como rúbricas, espacio de retroalimentación en la entrega de actividades, foros y mensajes individuales en plataforma.

Un ejemplo de CTP es el siguiente:

Les entrego mi programación y les pongo una entrega ordinaria para todo, y tienen una entrega extraordinaria para todo, menos para los foros. En los foros no hay entrega extraordinaria porque el chiste es que estén atentos en un periodo y mi justificación es, dado que la importancia de la interacción es que tú participes en el foro, dos semanas después ya no sirve. Aunque tú estés participando, leyendo todo lo de los demás, pero tu intervención ya no va a ser escuchada por los otros. Esa es una parte de la secuencia en donde ya no flexibilizo; con la práctica tenemos tales fechas. A lo mucho por flexibilizar semana y media, pero si no nos da tiempo, yo les doy, en función de mi Excel, el porcentaje de calificación final. "todavía podrías aprobar, te pido que lo pienses". (caso 5, cuartil 1)

Actividad de diseño

Su propósito es construir el curso en un formato digital, presentarlo para que el estudiante comprenda el proceso por el cual se llevarán a cabo las actividades

de aprendizaje para la consecución de los objetivos. A continuación, se detallan las acciones y los conocimientos identificados: CP, CC, CPC y CTP

Diseñar y dar seguimiento. Refiere a diseñar las actividades de aprendizaje reflexionando a partir del seguimiento que se puede ofrecer a los estudiantes (retroalimentación, comentarios, resolver dudas, calificar, etc.), y a uno o a varios procesos cognoscitivos del estudiante al participar en la actividad.

Un ejemplo de CP es el siguiente:

Puse un par de resúmenes, un cuadro comparativo, un cuadro sinóptico, un mapa mental y un ensayo, y así es más o menos el orden, para que puedan como que hacer diferentes cosas y puedan practicar diferentes cosas. Por ejemplo, hay compañeros que mandan los mapas mentales como si fueran cuadros sinópticos o mandan cuadros sinópticos como si fueran resúmenes. Entonces, eso al futuro les puede ocasionar problemas. Entonces lo diseñé así, para que pudieran ver un poquito de cada cosa y decirle que “me entregaste un resumen y no te pedí un resumen sino un ensayo, y me interesa saber tu conclusión”. (caso 2, cuartil 1)

Los CTP se muestran cuando los tutores describen los objetivos de la actividad, la herramienta con la que la vinculan y el seguimiento que darán. Un ejemplo es:

Casi todas las actividades que yo propongo suponen que el alumno entendió la información y que la puede sintetizar. Otro de los objetivos es que le aporte el aprendizaje dé una nueva competencia: el armar un programa de radio significa que te vas a familiarizar con el programa de edición de audio y con, en dónde se sube esta cosa, unos los suben en *YouTube*, otros

en *Dropbox*. Otro factor es que sea poco plagiable (sic), y sí la maestra se aburre de calificar, pues tenía que buscar algo que no me aburriera. (caso 4, cuartil 3)

Actualizar materiales curriculares. Refiere a la elección de nuevos materiales o actividades que apoyen la enseñanza de la materia, valorando su idoneidad para el contenido y los alumnos. Los CC se manifiestan cuando señalan incluir lecturas adicionales a las básicas: “en otro módulo que estoy apoyando, es de metodología, entonces los textos que tenía si me gustaban, pero yo les metí otros.” (caso 7, cuartil 1).

Los CP aluden al cambio de una instrucción o de alguna actividad, sin mencionar de manera específica el contenido o la herramienta tecnológica: “[...] las profesoras que damos este módulo nos buscamos, ‘oigan ¿cómo les fue en el semestre pasado?, ¿qué se encontraron? Tuve estas dos experiencias, entonces quiero cambiar mis actividades’. Y, de repente, resulta que entre todas vamos haciendo cambios.” (caso 5, cuartil 1).

Los CTP se identifican cuando se menciona la forma en la que las características del LMS pueden facilitar la actividad de diseño y señalan cambios en las instrucciones:

Bueno, el semestre pasado bajé la copia, la subí y comencé a modificar todas las fechas y cambié dos instrucciones con las que los alumnos habían tenido problemas con la actividad, y las cambié para que fueran un poquito más fácil, las volví a subir al sistema. Fue todo. (caso 2, cuartil 1)

Atender a restricciones institucionales. Refiere a apegarse a los requisitos institucionales para la inclusión de elementos o modificaciones en su diseño educativo, como elaborar material didáctico, considerar el calendario

de la universidad, el tiempo asignado en el programa de la materia, etc. Los CP se manifiestan al señalar la limitación del tiempo institucional para enseñar contenidos: “Yo creo que es una unidad que se puede explotar muchísimo, pero es muy poco tiempo, es la última unidad. Sí, falta mucho tiempo para poder ahondarla como se debe” (caso 3, cuartil 3).

Se muestra el CPC al señalar que existen diferentes versiones de los programas y que, en algunos casos, los temas y su organización no son compatibles con sus conocimientos del contenido: “[...] esta materia del campo aplicado a los procesos socioculturales. Había varios programas, está el original y las mil y una actualizaciones, y me parece que los textos estaban desactualizados, muchas cosas muy ajenas al psicólogo” (caso 8, cuartil 3).

Los CTP se manifiestan cuando dan razones para no ceñirse a los criterios institucionales, un ejemplo es el siguiente:

[...] ese es uno de los puntos que me evaluaron mal en la plataforma, porque sí es cierto, no tengo ninguna actividad sincrónica; porque yo sé de la complejidad que significa estar en un momento y en un lugar, y las desventajas que esta tecnología ofrece. A mi juicio, este tipo de educación no requiere ya de sincronización. (caso 4, cuartil 3)

Actividad de orientación

Su propósito es supervisar y asesorar al estudiante en su proceso de formación en línea, considerando sus recursos para el aprendizaje y aspectos socioafectivos relacionados con el aprendizaje. Los conocimientos identificados fueron CTP y CTPC. Se identificó una acción.

Establecer comunicación con herramientas alternas. Refiere a usar herramientas digitales distintas a la plataforma para apoyar conforme a necesidades socioafectivas y cognitivas del estudiante en las tareas de aprendizaje. Se indica que las herramientas propias de la plataforma no favorecen la comunicación efectiva, en ciertas circunstancias se prefiere la sincronía, como la línea telefónica y aplicaciones para videoconferencia o llamadas.

En los CTP se resaltan las tecnologías que permiten dar acompañamiento a los estudiantes para solucionar dudas o atender situaciones específicas, aludiendo a la comunicación asincrónica por correo electrónico, mensajes e imágenes por WhatsApp o mensajes en redes sociales, porque facilitan adjuntar evidencia en imágenes: “me mandan pantallazos, entonces yo utilizo mucho las redes sociales. Entonces es: ‘toma una foto a la computadora: ¡Ah, mira!’ Te está pidiendo esto y aquello” (caso 6, cuartil 3).

En cuanto a las redes sociales, también señalan que son otro medio de comunicación, porque pueden ser de uso cercano o cotidiano para los estudiantes, o bien, pueden reducir el tiempo de respuesta: “darles mi correo electrónico,

que lo tienen ahí [señala en plataforma]. Los tengo agregados a Facebook, si me ven conectada en plataforma y no contesto su mensaje, me pueden contactar por Facebook, entonces, cuando lo vea, les contestaré” (caso 8, cuartil 3).

Los CTPC se identifican en las formas de comunicarse para revisar el aprendizaje de los temas:

Trato de usar las videollamadas o los chats. Recientemente, tuve sesión: estábamos hablando de la psicología rusa y maestra: —¿qué diferencia hay?— y demás, trato de darles ejemplos. Pero, ya aprovechando esos espacios, porque en el foro, por ejemplo, está más complicado porque, bueno, yo subo la información, me contesta uno unos días después, y así es como más complicada la comunicación en ese sentido. Pero, cuando es en el chat o en una videollamada, lo que trato es de contextualizar, y lo que les digo también, en el caso de psicoanálisis, por ejemplo, ustedes comparen. (caso 7, cuartil 1)

Actividad tecnológica

Su propósito es emplear las funcionalidades y herramientas de la plataforma educativa u otras herramientas digitales para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, guiando a los estudiantes en el reconocimiento, uso educativo y posibles ventajas o desventajas de dichas herramientas. Se identificaron los CT y CTP. Se identificó solo una acción.

Solucionar dificultades tecnológicas. Refiere a problemas con la gestión de la plataforma y la solución implementada. Por un lado, se identifica, en algunos casos, la manifestación de los CT al expresar que no tienen ningún problema con la plataforma: “no soy experta en tecnología, pero Moodle es una cosa súper

sencilla. Creo que nunca he tenido dificultad” (caso 8, cuartil 3).

En otros casos, es evidente el poco desarrollo del CT sobre la plataforma. Los CTP son empleados para compensar y dar cumplimiento a los propósitos educativos:

Soy un poco desconfiada con la tecnología, de que se vaya a borrar la información de la plataforma, crear mis propios registros [muestra en computadora un archivo Excel con listas y puntuaciones]. Lo que procuro es tener el registro de mis alumnos, donde ahí voy poniendo el registro de mis calificaciones. También los llevo con colores: quiénes entregaron a tiempo, rápido reconozco, visualmente, es más accesible, y ahí también a un lado les voy poniendo notas, fulanito es de tal lado, tiene tal profesión. (caso 5, cuartil 1)

Conclusiones

Se iniciará esta sección con la discusión de resultados, recordando el objetivo del estudio fue analizar cómo se manifiestan y explican, a partir del modelo TPACK, los conocimientos del tutor en línea en el aula virtual.

De acuerdo con nuestro análisis, los tutores en línea manifiestan de diversas maneras el empleo y la articulación de conocimientos del modelo TPACK. Zou et al. (2022), a partir de un análisis bibliométrico de investigación empírica con el modelo TPACK, señalaron que, si bien el interés en el modelo ha ido en aumento, la identificación de los conocimientos en comunidades de docentes en línea es difusa y requiere más investigación. Los hallazgos del presente estudio abonan a su identificación y delimitación, dan pautas para la identificación de estos conocimientos y, a su vez, señalan la necesidad de identificar las situaciones —actividades y acciones— en las que son sustento

de la práctica de la educación a distancia virtual. Sin embargo, aún es necesario probar la generalidad de la propuesta en otros programas de formación o instituciones, diferentes a la Psicología, que fue nuestro caso.

Al igual que en otros estudios (Archambault y Barnett, 2010; Anderson *et al.*, 2013; Kushner y Ward, 2013), se mostró la capacidad explicativa del modelo TPACK pero, además, la propuesta de actividades, acciones y conocimientos que surge de un análisis situado en la práctica, da una imagen diferente a la que se obtiene al solo estudiar cómo se perciben los conocimientos o cómo se manifiestan de forma aislada. Esta visión global da pauta para identificar las necesidades de formación de los tutores y de cambios en los contenidos de los programas de estudio. Para tal fin, además es importante conocer la institución. Enseguida, se analiza un ejemplo.

En el caso del conocimiento tecnológico del contenido (CTC), en la fase 1 los tutores lo perciben de forma positiva, pero en la fase 2 no se identificó su manifestación. Podemos afirmar, a partir de nuestro conocimiento de la institución en la que se realizó el estudio, que el CTC es restringido, el uso de tecnologías digitales para enseñar contenidos específicos de la psicología tiene una escasa presencia en la enseñanza de la disciplina o en la formación de los tutores.

Es decir, retomando a Koehler *et al.* (2014), quienes argumentan que el conocimiento disciplinar es definido y delimitado por las tecnologías y sus capacidades representativas y funcionales, la institución necesita innovar y adoptar tecnologías digitales, como también, capacitar al docente en su uso, pero esto no está exento de restricciones. En psicología, existe la posibilidad de importar de otra institución tecnologías digitales para su enseñanza (Ríos, 2022) o se pueden utilizar herramientas digitales genéricas como una red social, aplicaciones para realidad aumentada o motores de búsqueda (González y Meza, 2022; Hernández, 2022; Moreno y Navarrete, 2022), pero, para incorporarlas al currículo, la institución debe contar con una propuesta didáctica para su adaptación y formación de sus docentes.

La ausencia del CTC en las entrevistas señala la necesidad de que la institución en la que se realizó el estudio incorpore a la formación del tutor en línea el empleo de la tecnología con fines educativos y se promueva entre los tutores la discusión colegiada de la forma de emplearlos en sus materias. Al respecto, Sánchez-Sordo y Teodoro-Vite (2022) señalan que las instituciones que enseñan psicología debieran modernizar las prácticas educativas, tanto en el modelo presencial como del modelo a distancia, al generar aplicaciones y entornos de realidad aumentada para favorecer el aprendizaje interactivo. Lo anterior, consideramos que implica un cambio profundo en la forma como se concibe la formación del tutor en línea (Palacios-Rodríguez, *et al.*, 2023) y la consideración de cómo el profesor percibe sus conocimientos y los apoyos que necesita de la institución para sentirse más eficaz (Howard *et al.*, 2020).

La consideración de cómo se desarrolla el conocimiento es fundamental para diseñar y dar seguimiento a la formación del tutor en línea. Estudios como el presente son útiles para considerar experiencias de formación continua en las que el tutor pueda analizar el vínculo entre la percepción de sus conocimientos y cómo los pone en práctica en sus acciones que llevan al cumplimiento de los propósitos de cada actividad en el aula virtual.

La propuesta de análisis integral de la puesta en práctica de los conocimientos TPACK podría ayudar a un mejor seguimiento de la solución a las dificultades en la integración del conocimiento de los tutores en línea. Berry (2019) describe a tutores que señalan tener experiencia o formación sobre conocimiento tecnológico y participar en comunidades de práctica para desarrollar conocimiento de contenido, pero manifiestan tener dificultades para saber cómo enseñar en ambientes virtuales, aunque se perciban eficaces y confiados con el uso del LMS. Guiar a los docentes hacia el análisis de sus actividades en la plataforma, en términos de acciones y conocimientos, los apoyaría en la solución de las dificultades de integración mencionadas por Berry.

Entre las limitantes del estudio, consideramos que la forma en la que se llevó a cabo la entrevista pudo restringir la manifestación del conocimiento del contenido sobre el tema de la materia. Se manifiesta escasamente en las explicaciones de las acciones de los tutores, aunque perciben poseerlo de forma positiva, lo cual coincide con la valoración de los tutores en línea por parte de la institución que los acredita con conocimientos para impartir la materia. Puede ser que la propia forma de entrevistar dio lugar a este hecho.

Concordamos con Jiménez-Sierra *et al.* (2023) en que es necesaria una visión integradora de la formación inicial y continua del profesorado para desarrollar conocimientos

TPACK junto con modelos de formación que fomenten la participación del docente en colaboración con sus pares, para la toma de decisiones curriculares en la enseñanza interactiva y la reflexión de la práctica.

Se concluye que la propuesta de análisis integral de las actividades, acciones y conocimientos del tutor en línea que las sustentan, mostró ser adecuada para describir la práctica de los tutores en línea, y es sensible a sus idiosincrasias y similitudes. Consideramos que puede ser útil para analizar la actuación de tutores que realizan el diseño tecnopedagógico de su materia como para los que no tiene esta tarea. La propuesta de análisis presentada da una visión integrada de cómo el tutor en línea articula la enseñanza universitaria en la educación a distancia virtual.

Otra conclusión importante es partir de la perspectiva del tutor en línea sobre la comprensión del mundo en el aula, lo cual permitió analizar sus conocimientos de manera integral, en términos de su percepción y en sus actividades en el aula virtual. Justo en las acciones en el aula, se identifica la integración de conocimientos acorde a la idiosincrasia del docente en el contexto de su materia.

Consideramos que, para entender el desarrollo e integración de los conocimientos TPACK, es útil partir de las actividades y acciones en el aula virtual. Se sugiere seguir estudiando el desarrollo del pensamiento del tutor en línea en el contexto en que implementa las actividades y acciones en el aula virtual, para comprender y explicar cómo se integran los distintos tipos de conocimiento. Así también, explorar la formación que han tenido para ser tutores en línea y los diferentes recursos, personales, profesionales e institucionales con los que han contado para implementar y mejorar su práctica educativa. Al respecto, serían útiles estudios de seguimiento que ayuden a analizar el proceso de integración.

Referencias

- Anderson, A., Barham, N. y Northcote, M. (2013). Using the TPACK framework to unite disciplines in online learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 549-565. http://research.avondale.edu.au/edu_conferences/3/
- Archambault, L. y Barnett, J. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers & Education*, 55(4), 1656-1662. DOI:10.1016/j.compedu.2010.07.009
- Berry, S. (2019). Professional development for online faculty: instructors' perspectives on cultivating technical, pedagogical and content knowledge in a distance program. *Journal of Computing in Higher Education*, 31. 121-136. <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9194-0>
- Braun, V. Clarke, V., Hayfield, N. y Terry, G. (2019). Thematic Analysis. En P. Liam-puttong (Eds.), *Handbook of Research Methods in Health Social Sciences* (pp. 843-860). Springer, <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5251-4>
- Braun, V. y Clarke, V. (2019). To saturate or not to saturate? Questioning data saturation as a useful concept for thematic analysis and sample-size rationales. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 13(2), 201-216. DOI: <https://doi.org/10.1080/2159676X.2019.1704846>
- Brinkley-Etz Korn, K. (2018). Learning to teach online: Measuring the influence of faculty development training on teaching effectiveness through a TPACK lens. *The Internet and Higher Education*, 38, 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.ihe-duc.2018.04.004>
- Cabero, J. (Dir.) (2014). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido)*. Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla.
- Creswell, J. (2014). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE.
- Flick, U. (2015). *El diseño de Investigación Cualitativa* (T. del Amo, y C. Blanco, Trans.). Morata (Publicado originalmente en 2007).
- García-Aretio, L. (2020). Bosque semántico: ¿educación/enseñanza/aprendizaje a distancia, virtual, en línea, digital, eLearning? *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 09-28. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.25495>
- García, B., Márquez, L. y Ávila, J. L. (2009). Planeación y desarrollo del proyecto de investigación. En B. García (Coord.), *Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales. Un enfoque de enseñanza basado en proyectos* (pp. 1-46). Manual Moderno.
- Goetz, J. P. y LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Morata.

- González, E. y Meza, J. M. (2022). Implementación de una red social disciplinar como estrategia didáctica en la enseñanza de ética en Psicología. *Revista Relep -Educación y Pedagogía en Latinoamérica*, 4(1), 61-72. <https://doi.org/10.46990/relep.2022.4.1.553>
- Harper, D. (2015). ¿Cuáles son las novedades visuales? En N. Denzin e Y. Lincoln (Coords.) *Manual de investigación cualitativa Vol IV. Métodos de recolección y análisis de datos* (pp. 235-261). Gedisa.
- Hernández, M. R. (2022). Empleo de motores de búsqueda para realizar investigación Cuantitativa en Psicología. *Revista SUAYED Psicología*, 2(6), 8-14. <https://suayed.iztaccala.unam.mx/revista/>
- Howard, S., Tondeur, J., Siddiq, F. y Scherrer, R., (2020). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141-158. DOI: 10.1080/1475939X.2020.1839543
- Jiménez-Sierra, Á., Ortega-Iglesias, J. M., Cabero-Almenara, J. y Palacios-Rodríguez, A. (2023). Development of the teacher's technological pedagogical content knowledge (TPACK) from the Lesson Study: A systematic review. *Front. Educ.*, 8. DOI: 10.3389/educ.2023.1078913
- Koehler, M. J. y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Seob Shin, T. y Graham, C., (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. En J. M. Spector et al. (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 101-111). Springer, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Kushner, S. y Ward, C., (2013). Teaching with technology: using tpack to understand teaching expertise in online higher education. *J. Educational Computing Research*, 48(2) 153-172. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.48.2.c>
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en Investigación Cualitativa* (T. del Amo, y C. Blanco, Trans.). Morata (Publicado originalmente en 2008).
- Lima, D. y Flores, R. C. (2018). Conocimientos del tutor en línea en una universidad pública mexicana: Modelo TPACK. *Hamut* [ay, 5(2), 22-33. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v5i2.1618>
- Morales, B. y Colorado, B. (eds.). (2019). *La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias: Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK*. Pearson Educación de México y Secretaría de Educación de Veracruz.
- Moreno, G. y Navarrete, J., (2022). Importancia del uso de aplicaciones y la realidad aumentada para el desarrollo de aprendizajes en estudiantes universitarios. *Revista SUAYED Psicología*, 2(6), 29-33. <https://suayed.iztaccala.unam.mx/revista/>
- Nilli, A., Tate, M. y Barros, A., (2017). A Critical Analysis of Inter-Coder Reliability Methods in Information Systems Research. En K. Riemer, M. Indulska y V. Tuunainen (Eds.), *Proceedings of the 28th Australasian Conference on Information Systems*. University of Tasmania, 1-11. <https://aisel.aisnet.org/acis2017/>
- Palacios Rodríguez, A., Cabero-Almenara, J. y Barroso-Osuna, J. (2023). *Competencia Digital Docente según #DigCompEdu. Aportes desde la investigación*. Universidad de Sevilla. Grupo de Investigación Didáctica.

- Ríos, J. (2022). Uso de psytoolkit® para la recolección de datos en línea: oportunidades, alternativas y aspectos éticos. *Revista SUAYED Psicología*, 2(6), 20-24. <https://suayed.iztacala.unam.mx/revista/>
- Sánchez-Sordo, J. M. y Teodoro-Vite, S. (2022). Desarrollo de un entorno de realidad aumentada para la enseñanza del condicionamiento operante en Psicología. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 115-136. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.862>
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M. y Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Shulman, L. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En M. Wittrock (Coord.), *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos* (pp. 9-91). Paidós.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J. y van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Willermark, S. (2018). Technological Pedagogical and Content Knowledge: A Review of Empirical Studies Published From 2011 to 2016. *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 315-343. <https://doi.org/10.1177/0735633117713114>
- Zou, D., Huang, X., Kohnke, L., Chen, X., Cheng, G. y Xie, H., (2022). A bibliometric analysis of the trends and research topics of empirical research on TPACK. *Education and Information Technologies*, 27, 10585–10609. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10991-z>

Para citar este artículo

Lima-Villeda, N., Flores-Macías, R. C., Guzmán-Cedillo, Y. I. (2024). Conocimientos TPACK y actividades del tutor en línea en el aula virtual. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 208 - 225. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18892>



La competencia digital docente en tiempos de pandemia: actitudes, prácticas y procesos formativos

- Digital Teaching Competence in Times of the Pandemic: Attitudes, Practices and Training Processes
- A competência digital docente nos tempos da pandemia: atitudes, práticas e processos formativos

Resumen

Este artículo de investigación buscó caracterizar las actitudes, prácticas y procesos formativos vinculados con la competencia digital en docentes de educación pública colombiana durante el periodo de confinamiento por Covid-19, situación que aceleró de modo vertiginoso la inserción de las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de este estudio, 102 docentes adscritos a instituciones educativas públicas urbanas y rurales de Cali respondieron a un cuestionario electrónico con 34 preguntas de opción múltiple y 3 preguntas abiertas. Antes de la pandemia, se encontró que los participantes eran usuarios frecuentes de tecnologías digitales, particularmente de redes sociales; a pesar de ello, no contaban con formación suficiente para incorporarlas en su práctica docente. Del mismo modo, enfrentaron sentimientos de preocupación e incertidumbre sobre sus competencias digitales, que fueron disminuyendo en el transcurso del aislamiento y a partir de procesos de autoformación, aunque con poco apoyo de las instituciones y con limitaciones en el acceso a herramientas y recursos. Se evidenció la puesta en juego de competencias informacionales para el acceso y selección de recursos educativos digitales, así como competencias de comunicación y colaboración para mantener la interacción con los alumnos y familias. También, se observó que el uso frecuente de tecnologías no es una condición suficiente para su empleo intencional y crítico en procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ello, se requiere de una formación sistemática y acompañamiento a los docentes en el desarrollo de sus competencias digitales.

Palabras clave

competencia digital; docentes; enseñanza; pandemia; tecnologías

Alfonso Vargas Franco* 

Karen López Gil** 

Liana Mercedes Torres Casierra*** 

* Doctor en Comunicación Lingüística y Mediación Multilingüe. Profesor titular del Departamento de Lingüística y Filología, Escuela de Ciencias del Lenguaje de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. alfonso.vargas@correounivalle.edu.co

** Doctora en Educación. Profesora asociada del Departamento de Lingüística y Filología, Escuela de Ciencias del Lenguaje de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. karen.lopez.gil@correounivalle.edu.co

** Doctora de la School of Languages and Cultures, University of Sidney. Profesora de la Escuela de Ciencias del Lenguaje de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. karen.lopez.gil@correounivalle.edu.co



Abstract

This research article aimed to characterize the attitudes, practices, and education processes related to digital competence in Colombian public-school teachers during the period of lockdown due to Covid-19, a contingency which dramatically accelerated the inclusion of technologies into teaching and learning processes. Within this study, 102 teachers from urban and rural public educational institutions in Cali, responded to an online survey of 34 multiple-choice questions, and 3 open questions. Before the pandemic, it was found that the participants were frequent users of digital technologies, in particular of social networks, but they lacked sufficient training to integrate them into their teaching practice. Likewise, they experienced feelings of worry and uncertainty regarding their own digital skills, which decreased during the confinement through self-study and self-training, although with little support from their schools and limited access to resources. Results show the role played by the teachers' information technology competences for access and selection of digital educational resources, as well as the importance of their communication and collaborative skills to maintain interaction with students and families. Also, it was observed that the frequent use of technology is not a sole condition to guarantee its intentional and critical usage in teaching and learning practices. Thus, systematic training and support for educators is required to facilitate the development of their digital competences.

Keywords

digital competence; teachers; teaching; pandemic; technologies

Resumo

Este artigo de pesquisa teve como caracterizar as atitudes, práticas e processos formativos vinculados à competência digital em professores da educação pública colombiana durante o período de confinamento pelo Covid-19, situação que acelerou de modo vertiginoso a inserção das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Neste estudo, 102 professores de Cali, na Colômbia, vinculados a instituições educativas públicas urbanas e rurais responderam a um questionário online com 34 perguntas de múltipla escolha e 3 perguntas abertas. Antes da pandemia, observou-se que os participantes eram usuários frequentes das tecnologias digitais, sobretudo das redes sociais; entretanto, não contavam com formação suficiente para incorporá-las ao seu fazer docente. Da mesma forma, eles enfrentaram sentimentos de preocupação e incerteza sobre suas competências digitais, que foram diminuindo ao longo do isolamento e a partir de processos de autoformação, apesar do pouco apoio das instituições e limitações no acesso a ferramentas e recursos. Constatou-se o uso das competências informacionais para o acesso e seleção de recursos educativos digitais, bem como competências de comunicação e colaboração para manter a interação com os alunos e suas famílias. Também, evidenciou-se que a utilização frequente das tecnologias não é uma condição suficiente para seu uso intencional e crítico nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, faz-se necessária uma formação sistemática e acompanhamento aos professores no desenvolvimento de suas competências digitais.

Palavras-chave

competência digital; professores; ensino; pandemia; tecnologias

Introducción

La pandemia producida por el coronavirus obligó a un confinamiento estricto durante varios meses en el mundo, lo cual produjo una serie de transformaciones sin precedentes en el contexto educativo, con diferentes tipos de respuestas de los gobiernos y sus respectivos ministerios de educación. Sin duda, los países que ya tenían conectividad y fibra óptica instalada pudieron responder mejor a la compleja coyuntura en materia de salud y de educación, en contraposición a países como Colombia que, si bien había adelantado iniciativas para cerrar las brechas digitales, todavía, incluso hoy, carecen de la infraestructura necesaria para la transformación digital (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas — DANE, 2019). Los encuentros presenciales en el aula fueron reemplazados de manera abrupta por la interacción a través de pantallas con una disrupción de lo digital para la cual ni las instituciones educativas ni los docentes ni los estudiantes se encontraban preparados.

El gobierno colombiano decretó el Aislamiento Preventivo Obligatorio el 25 de marzo de 2020. Durante casi dos años las instituciones educativas oficiales dejaron de impartir clases presenciales. El proceso de virtualización no estuvo exento de resistencia por parte de los profesores del sector público, pues la pandemia puso en evidencia que no existe una adecuada infraestructura física y tecnológica de los planteles educativos públicos e incluso muchos de estos presentan un grave deterioro y una baja conectividad en las zonas urbanas, y en las zonas rurales la gran mayoría no tiene acceso a internet. En el estudio de las condiciones de las sedes educativas, comisionado por la Federación Colombiana de Educadores — FECODE (Salazar *et al.*, 2021), 1 122 personas pertenecientes a las comunidades educativas públicas del país,

en su mayoría docentes y rectores, manifestaron las graves carencias en infraestructura de las sedes a nivel de servicios, así como la falta de dotación de equipos de cómputo y audiovisuales con conexión a internet en las aulas y espacios de trabajo.

A pesar de que el gobierno nacional colombiano destinó diferentes recursos para tratar de solventar las necesidades básicas de conectividad durante la pandemia, el sentir de los profesores y las comunidades educativas, en especial en las zonas rurales, era de abandono e incertidumbre sobre cómo lograr la permanencia los niños y jóvenes en el sistema escolar durante la contingencia (Quintero y Solano, 2020; Zubiría, 2021). El Ministerio de Educación asignó un presupuesto adicional de 262 986 millones de pesos para los Fondos de Servicios Educativos de los colegios oficiales y la financiación del Programa de Alimentación Escolar en casa (Función Pública, 2020). Además, se puso en funcionamiento el portal Aprender Digital con contenidos de 12 horas diarias de programación educativa en televisión y se logró la alianza del canal público Mi Señal con 1 200 emisoras comunitarias y aplicaciones como Biblioteca Digital y B The Challenge y el Programa Todos a Aprender con ciclos de formación continua y acompañamiento para maestros (Función Pública, 2020).

El sentimiento de incertidumbre entre la comunidad educativa, a pesar del esfuerzo de los gobiernos, fue compartido en diversas regiones del mundo, teniendo en cuenta que el confinamiento general obligó al traslado de actividades escolares que se concibieron para entornos presenciales a ambientes virtuales sin las condiciones requeridas para su planeación y ejecución (Seabra *et al.*, 2021). Durante las primeras semanas del confinamiento, se reportó en distintos países el incremento de los niveles de estrés asociados al uso de las TIC. Lo que se define en la literatura como tecnoestrés

o tecnofobia (Awofala *et al.*, 2017; Chang, 2005; Van Dijk, 2017) resulta de la incapacidad individual u organizativa para adaptarse apropiadamente al uso de nuevas tecnologías; se desconfía de sus beneficios, lo cual afecta el desempeño de los usuarios y limita las posibilidades de uso de las TIC (Estrada-Muñoz *et al.*, 2021). De otro lado, los niveles de preocupación reportados por profesores de primaria y secundaria también tienen que ver con las condiciones de bienestar de sus estudiantes durante la cuarentena, y en particular por aquellos estudiantes con historia de violencia intrafamiliar y dificultades económicas conocidas previamente (Kim y Asbury, 2020).

Varios estudios coinciden en reportar, por ejemplo, pérdidas de aprendizaje y bajo desempeño escolar, no solo como resultado del inesperado cierre de los establecimientos educativos y obligatoria transición a los medios remotos, sino en gran medida como efecto de la virtualización del aprendizaje en sí (Lichand *et al.*, 2022; Skar *et al.*, 2022), el incremento en el riesgo de deserción escolar (Lichand *et al.*, 2022), la alta desescolarización por falta de acceso a computadores e internet (Smaali *et al.*, 2022), y el impacto emocional en los estudiantes como resultado del distanciamiento social durante el confinamiento y en el retorno progresivo a las aulas (Letzel-Alt *et al.*, 2022).

Con este panorama, se evidencia la necesidad de indagar por los cambios que se produjeron en las prácticas de enseñanza como consecuencia de la virtualización de emergencia y, específicamente, explorar las actitudes, prácticas y procesos formativos sobre la competencia digital de los docentes en dicho contexto en la ciudad de Cali, Colombia, y su zona rural aledaña.

Antecedentes sobre la competencia digital docente

Para participar en una sociedad globalizada, las personas deben desarrollar nuevas habilidades y competencias que les permitan desenvolverse no solo en el contexto escolar, sino también aportar valor a las comunidades, a los países y a sus medios de producción (Kalantzis y Cope, 2005). Estamos abocados a una rápida digitalización de las prácticas de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas del conocimiento y la educación se está adaptando de manera urgente a estos profundos cambios.

Los profesores deben responder a nuevas y complejas demandas. La tarea de integrar las nuevas tecnologías en sus áreas de enseñanza, de forma significativa y eficaz es una práctica que muchos docentes abordan “sobre la marcha”, resolviendo diversos tipos de problemas o desarrollando conocimientos adquiridos en la práctica, conocimientos que suelen ser tácitos (Noah-Harari, 2019; Schön, 1998).

A razón de la pandemia, los profesores se vieron forzados a aprender rápidamente sobre el uso de tecnologías de la información en distintos niveles de complejidad, desde el funcionamiento básico del ordenador y el correo

electrónico, hasta herramientas más avanzadas de las plataformas disponibles para mantener sus clases de forma virtual sincrónica o asincrónica, presentaciones interactivas, creación de materiales, evaluaciones en línea, entre otros. Esta incorporación de nuevas tecnologías irrumpe indiscutiblemente el “equilibrio dinámico” entre los contenidos, su abordaje pedagógico y el uso de la tecnología, elementos pilares de la teoría de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) propuesta por Mishra y Koehler (2006).

Normalmente, se asume que el manejo de las tecnologías es indicativo de su adecuada incorporación en el aula de clase; así mismo, se tiene la creencia de que la práctica de manejo de herramientas o aplicaciones puntuales en cursos o talleres es suficiente para tener un “conocimiento profundo” que ayude a los docentes a ser “usuarios inteligentes de la tecnología para propósitos pedagógicos” (Mishra y Koehler, 2006, p. 1031). Sin embargo, esto resulta insuficiente, teniendo en cuenta la rapidez con la que cambia la tecnología; su diseño originalmente pensado para soluciones en el campo administrativo mas no pedagógico; el papel central que juega el contexto de uso de la tecnología, el cual se pierde al intentar incluir herramientas genéricas y descontextualizadas; y la importancia que se le da a la competencia digital que se debe alcanzar en lugar del cómo alcanzarla. Así, para que el maestro “desarrolle el conocimiento profundo necesario para aplicar conocimiento en el dominio complejo de la práctica en el mundo real” (Mishra y Koehler, 2006, p. 1035), es preciso promover el aprendizaje mediante actividades que involucren a los docentes como diseñadores y creadores de aplicaciones tecnológicas, no solo como usuarios.

Por supuesto, en el escenario coyuntural provocado por la pandemia, este desarrollo ideal de integración de conocimiento del

contenido, de la pedagogía y de la tecnología, seguramente logró darse en pocos casos. Un estudio relevante al respecto es el de Prieto-Ballester *et al.* (2021), quienes analizan las competencias digitales de 177 maestros de secundaria en España, 65 hombres y 122 mujeres con una edad media de 45 años y un promedio de experiencia docente de 14,9 años. Los docentes respondieron al cuestionario de medición de competencia digital creado por Tourón *et al.* (2018) que indaga por la percepción de conocimiento y la percepción de uso con 54 ítems diferentes de conocimiento digital agrupados en cinco áreas: información y literacidad tecnológica, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, creatividad, y solución de problemas. Se evidenció un nivel de conocimiento y de uso intermedio superior B2 en todas las áreas.

Asimismo, los estudios de Martínez-Garcés y Garcés-Fuenmayor (2020), Portillo *et al.* (2022) y Rodríguez-Jiménez *et al.* (2022) indagan sobre la percepción de los docentes sobre sus competencias digitales al inicio de la pandemia. El primero encontró que docentes a nivel universitario en Cali, Colombia, reportaron niveles altos de desempeño para clasificar información digital (78,85%), compartir información en medios virtuales (50%) y desarrollar competencias conceptuales (42,31%), con lo que se evidencia la capacidad de informatización de los participantes, pero se señalan también bajos niveles de creación de contenidos digitales e innovación. Portillo *et al.* (2022) enfocan su análisis en la correlación del factor de competencia digital de docentes del País Vasco con variables sociodemográficas como el género, la edad, tipo de centro educativo y grado de escolaridad impartida por los docentes. En cada correlación se encontró un efecto significativo de la variable estudiada indicando que, por ejemplo, los hombres reportaron

mayor competencia digital, así como los grupos de mayor edad reportaban menor competencia tecnológica, y a mayor grado de escolaridad había mayor competencia acumulada. Rodríguez-Jiménez *et al.* (2022) reportan niveles altos de los docentes de secundaria en República Dominicana respecto al manejo de las redes sociales y la web, pero bajas valoraciones en el nivel de formación en TIC.

Se han estudiado menos los efectos sobre las concepciones, prácticas y las actitudes de los docentes respecto a la virtualización de la enseñanza durante la pandemia, aspectos que es necesario explicitar para comprender el papel que desempeñaron los profesores en un momento tan complejo para la educación y para la misma existencia. En los estudios que exploran la percepción de los maestros durante esta coyuntura se destacan reportes sobre sus preocupaciones frente al cierre de las escuelas durante las primeras semanas de confinamiento (Kim y Asbury, 2020), la eficacia en los procesos de enseñanza de forma remota a lo largo de la pandemia (Dolighan y Owen, 2021, Seabra *et al.*, 2021) y la autopercepción de competencias digitales (Bordoloi *et al.*, 2021, Hatos *et al.*, 2022, Prieto-Ballester *et al.*, 2021).

Marco teórico sobre la competencia digital docente

La incorporación paulatina de diversos tipos de dispositivos digitales (computadores, tabletas, programas de software y todo tipo de material multimedia, aplicaciones, etc.), así como la interacción en redes sociales en diferentes escenarios cotidianos, profesionales y educativos, es un hecho que define la nueva cultura de la producción económica y simbólica en el siglo XXI.

La educación es quizás uno de los laboratorios de prueba más importantes en la apropiación no solo de los dispositivos móviles, sino de las prácticas de alfabetización digital que estos han contribuido a hacer emerger en las últimas décadas y que han llevado a los docentes, con diferentes niveles de motivación y desempeño con las TIC, a desarrollar competencias centradas en el uso de las tecnologías digitales en el contexto del aula y de la misma institución educativa con funciones y finalidades diversas (Carrera *et al.*, 2019).

La competencia digital docente, de acuerdo con Zabalza (2006), se define como el conjunto de las competencias profesionales del docente, entendidas como dominio de las tecnologías digitales y la utilización apropiada de las nuevas tecnologías (Perrenoud, 2004). Para el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF] (2017), estas competencias no solo se remiten al aprovechamiento de las tecnologías, sino a un uso consciente, creativo, crítico y seguro para poder participar en la nueva sociedad y economía del conocimiento. Para ello, en su Marco Común de Competencia Digital Docente, INTEF (2017) define cinco áreas esenciales.

La primera área se denomina información y alfabetización informacional y se relaciona con la capacidad de identificar, localizar, evaluar, almacenar, organizar

y compartir información de manera eficiente utilizando tecnologías digitales. La segunda es el área de comunicación y colaboración, referida a la capacidad de comunicarse de forma efectiva, colaborar y participar en comunidades de aprendizaje en línea; esto incluye el uso de diferentes medios de comunicación como las redes sociales, el correo electrónico, los sistemas de videoconferencia, chats, etc. Por su parte, la tercera área se centra en la creación de contenidos digitales, con habilidades para producir y editar formatos multimodales como la imagen, el audio, el video, etc. La cuarta área es la de seguridad, referida a la capacidad de proteger la identidad digital y la información personal, lo que incluye la seguridad física e informática de los dispositivos y la gestión adecuada de contraseñas, datos personales y huella digital. Finalmente, el área cinco se relaciona con la capacidad de resolución de problemas de orden técnico y conceptual, utilizando herramientas y tecnologías digitales, así como el desarrollo de una conciencia metatecnológica para identificar lagunas en la competencia digital personal y llevar a cabo procesos de actualización.

Para lograr establecer estrategias que conduzcan a la adquisición de competencias digitales en los docentes se requiere una evaluación objetiva sobre su conocimiento de las TIC y sobre el uso que hacen de las mismas. Tal como lo propone Van Dijk (2017) en su modelo de acceso a las tecnologías, para superar la brecha digital en países en desarrollo se requiere, en primer lugar, garantizar el acceso físico al computador e internet, luego, se debe garantizar la competencia en el manejo y uso de medios digitales. Esto es de compleja medición puesto que el nivel de competencia normalmente se observa a través de estimativos y autopercepción, pero se requeriría hacer mediciones puntuales y objetivas. Finalmente, se debe cumplir con el objetivo primordial de

uso de las tecnologías que incluye mediciones de tiempo y frecuencia de uso, diversidad en las aplicaciones utilizadas, y el nivel de uso creativo.

En efecto, las tecnologías digitales forman parte del funcionamiento de las instituciones en la sociedad contemporánea. Esto tiene consecuencias obvias para los docentes e investigadores de la educación que tienen una necesidad urgente de desarrollar un alto grado de conciencia sobre las complejas relaciones que se están desarrollando entre la educación y la tecnología. En definitiva, se trata de un tema que exige un análisis en profundidad y una reflexión crítica y sobre el cual debemos seguir indagando.

Método

Enfoque y diseño

Para caracterizar las actitudes, prácticas y procesos formativos vinculados con la competencia digital de docentes de educación pública colombiana, esta investigación planteó un diseño no experimental de tipo transeccional, en tanto no pretendió manipular las variables involucradas sino describirlas en un momento específico.

Muestra

Participaron 102 docentes de instituciones educativas públicas de Cali, Colombia. Se llevó a cabo un muestreo intencional o por conveniencia. Inicialmente, se intentó establecer un muestreo probabilístico, pero las condiciones de acceso a los datos de contacto de los docentes, y posteriormente la baja respuesta, condujeron a una estrategia de convocatoria a través de los directivos de las instituciones oficiales. La recolección se llevó a cabo en el periodo abril-julio del 2021.

Técnicas de recolección y análisis de la información

Se diseñó un cuestionario *ad hoc* que indagaba sobre el desarrollo de las competencias digitales docentes en el periodo de confinamiento por Covid-19 en cuatro grandes categorías: perfil sociodemográfico de los participantes, sus actitudes respecto a la virtualización, sus prácticas de uso de las tecnologías para la enseñanza y los procesos formativos desplegados para acompañar su desarrollo de competencias digitales. Este instrumento contó con 37 preguntas: 34 cerradas que incluyeron en su mayoría preguntas categóricas y ordinales (escala Likert), y tres preguntas abiertas. El instrumento fue revisado por tres expertos con título de doctorado, experiencia docente e investigativa y producción académica relacionada con tecnologías digitales. Asimismo, se hizo un pilotaje con cinco docentes de instituciones oficiales, que permitió hacer ajustes del cuestionario en términos de su articulación con el objetivo general, la claridad de las preguntas, la pertinencia de las opciones de respuesta y la extensión.

El cuestionario se creó en un formulario de Google y se envió a través del correo electrónico y WhatsApp a los docentes, con administración autogestionada. Una vez se obtuvieron las respuestas se midió la consistencia interna de los ítems a través del alfa de Cronbach, en el que se obtuvo un valor de 0,78 (moderado).

Los resultados se procesaron en el SPSS v.28, mediante análisis de frecuencias y estadística bivariada. Se empleó la prueba Chi-cuadrado para relacionar variables categóricas y ordinales y la prueba Kruskal Wallis para vincular variables continuas y categóricas. Para las preguntas abiertas se desarrolló un análisis de contenido cuantitativo de frecuencia de palabras, apoyado en el software Atlas. Ti 22. Se optó por este tipo de análisis en tanto las respuestas abiertas eran de corta longitud y se relacionaban directamente con la pregunta cerrada que las antecedía.

Resultados y análisis

Se presentan los hallazgos agrupados en cuatro categorías: caracterización de los docentes, actitudes, prácticas y procesos formativos.

Caracterización y perfiles de los docentes

Participaron en esta investigación 102 docentes de instituciones educativas públicas, 77% ubicados en la zona urbana y 13% en zonas rurales de Cali. El 80% de estos participantes fueron mujeres y el 20% hombres. El promedio de edad fue de 47 años y el 70% de los encuestados estuvo ubicado en un rango etario entre 42 y 58.

El 85% tenía un nombramiento público, mientras que el otro 15% tenía otras formas de vinculación laboral. En el grado máximo de formación, se encontró que el 32% había alcanzado estudios superiores técnicos o profesionales y el 68%

contaba con estudios de posgrado, principalmente maestrías. Predominaron participantes que impartían clases en niveles de educación

básica (primaria y secundaria), como se muestra en la figura 1.

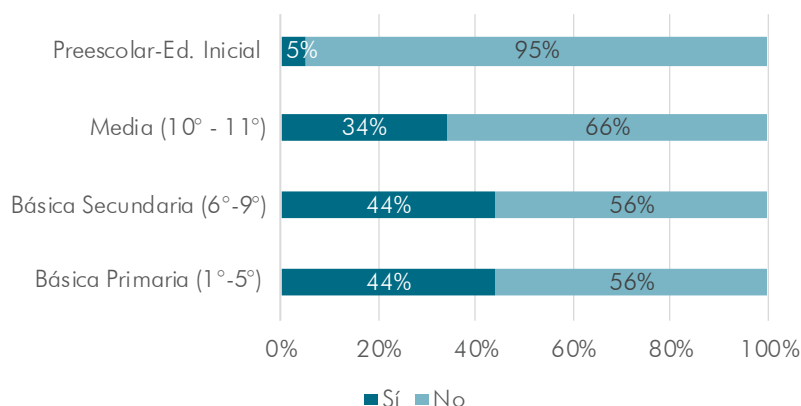


Figura 1. Niveles en los que imparte clase dentro de la institución educativa

Fuente: elaboración propia

Respecto al perfil tecnológico, la totalidad de los docentes indicó tener dispositivos electrónicos y acceso a internet para sus actividades personales y laborales, lo cual resulta positivo en tanto evidencia que contaban con

las herramientas requeridas para desarrollar su trabajo en un entorno digital. Los tiempos de conexión a internet durante el periodo de confinamiento estuvieron en los rangos entre 1-2 (29%) y 2-4 (34%) horas diarias (figura 2).

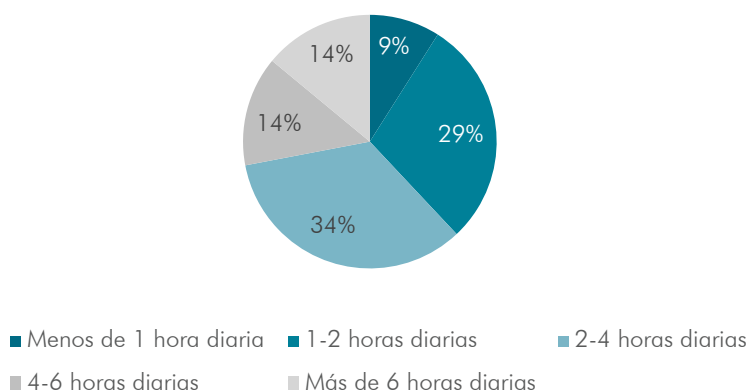


Figura 2. Tiempo de conexión

Fuente: elaboración propia

Los docentes son también usuarios frecuentes de redes sociales, con un predominio del servicio de mensajería de WhatsApp (99%), Facebook (71%) e Instagram (42%) tanto antes como durante el periodo de confinamiento. De

hecho, el servicio de chat se consolidó como el principal medio de comunicación con las familias durante el periodo de virtualización de emergencia.

Actitudes de los docentes frente a la digitalización

En esta categoría se incluyen los hallazgos relacionados con las actitudes, valoraciones y sentimientos que experimentaron los docentes respecto al fenómeno de digitalización de la enseñanza durante el confinamiento.

La figura 3 muestra un predominio de sentimientos de preocupación e incertidumbre respecto al uso de tecnologías en los procesos de enseñanza al inicio del confinamiento, sentimiento que disminuyó considerablemente con el paso del tiempo. Hacia el final del confinamiento aumentaron sentimientos favorables como el sentido de responsabilidad y la motivación.

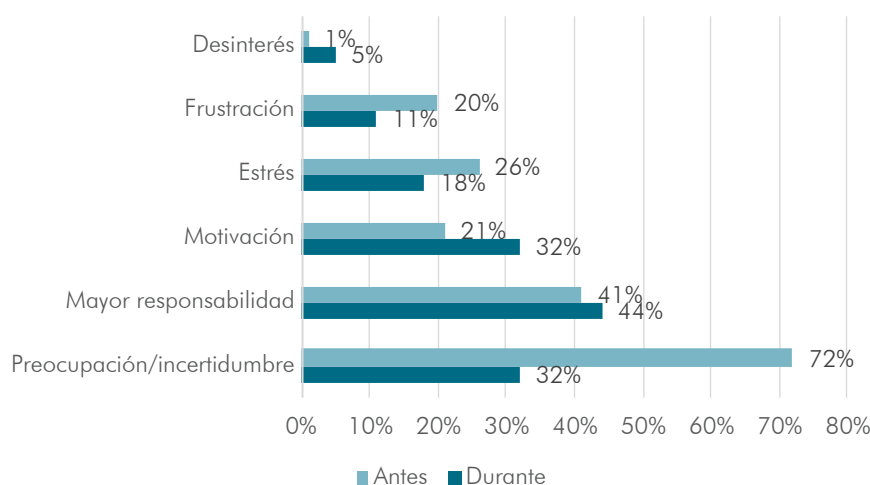


Figura 3. Sentimientos respecto al uso de tecnologías en la enseñanza al inicio del confinamiento y un año después

Fuente: elaboración propia

Si bien la inclusión de tecnologías en los procesos de enseñanza representó para los docentes un desafío, consideraron que pudieron enfrentarlo con pocos problemas (24,8%) y con una adaptación paulatina (49,5%), como se muestra en la figura 4.

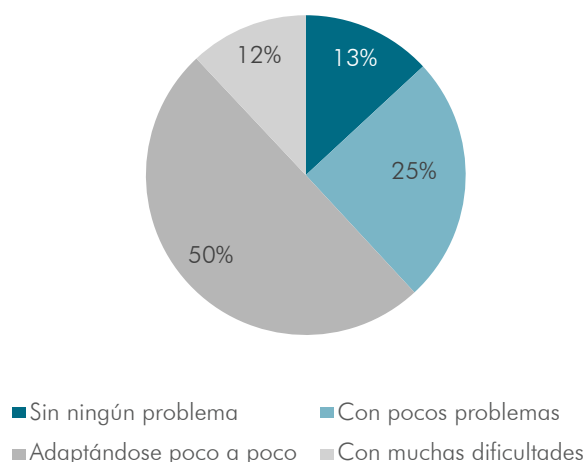


Figura 4. Dificultad percibida en la inclusión de tecnologías digitales

Fuente: elaboración propia

No obstante, para los participantes el cambio abrupto en las formas de enseñanza y la inclusión de emergencia de la virtualización tuvo un impacto con tendencia negativa en la calidad de la educación (figura 5). En una pregunta abierta respecto a este impacto,

los docentes indicaron que la presencialidad tiene una incidencia en la vida emocional de los estudiantes y la interacción cara a cara puede generar una mayor motivación que la mediación virtual, al tiempo que disminuye el estrés que experimentan alumnos y profesores.

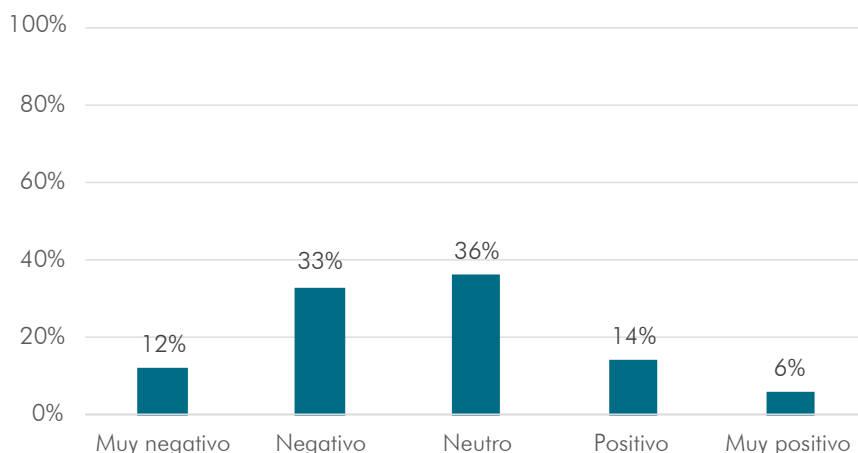


Figura 5. Impacto de la virtualización en la calidad educativa

Fuente: elaboración propia

Al cruzar las variables sociodemográficas con las variables de la categoría de actitudes, se encontraron diferencias significativas entre el máximo nivel educativo y la percepción de dificultad con las TIC (prueba de Chi-cuadrado, tabla 1) y entre la edad y la percepción de dificultad con las TIC (prueba de Kruskal Wallis, tabla 2), ambas pruebas con un valor inferior

al 0,05. A mayor nivel educativo, menor percepción de dificultad; a mayor edad, mayor percepción de dificultad. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variables sexo/ubicación/nivel de enseñanza y las variables sentimientos iniciales/dificultades percibidas con las TIC/impacto de la virtualización.

Tabla 1. Relación entre el nivel educativo y la percepción de dificultad de uso de las TIC

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	72,054	6	<,001
Razón de verosimilitud	61,638	6	<,001
N de casos válidos	102		

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Relación entre la edad y la percepción de dificultad en el uso de las TIC

Resumen de prueba Kruskal-Wallis	
N total	102
Estadístico de prueba	9,014 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,029

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Fuente: elaboración propia

Prácticas de apropiación de las tecnologías en la enseñanza

Esta categoría presenta los hallazgos relacionados con los usos de las tecnologías en la enseñanza, así como los modelos, herramientas y recursos empleados por los profesores.

En primer lugar, se encontró diversidad de modelos aplicados por las instituciones públicas durante el periodo de confinamiento. De acuerdo con la figura 6, las opciones más frecuentes fueron la virtualización plena (56 %) y modelos mixtos en los que se involucraban prácticas en línea, pero también en medios impresos (46 %). Este último modelo puede relacionarse con las dificultades de acceso a las tecnologías por parte de los estudiantes, factor que los docentes mencionaron de modo recurrente en una de las preguntas abiertas.

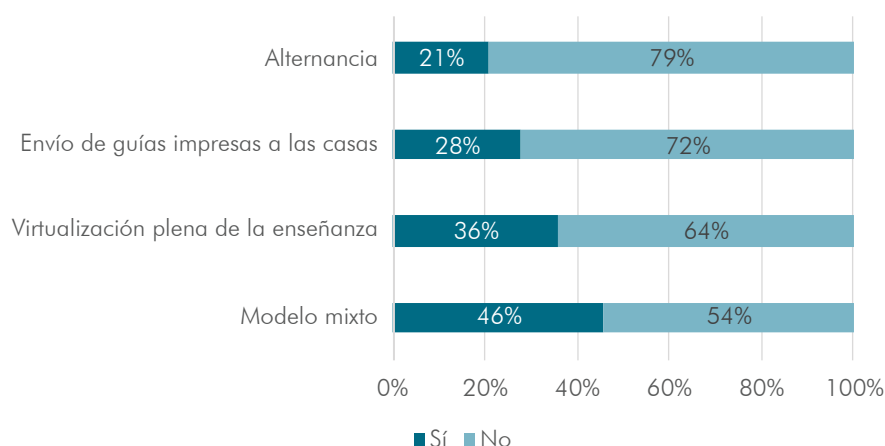


Figura 6. Modelo aplicado por la institución

Fuente: elaboración propia

Para la gestión de los contenidos y actividades, la mayoría de los docentes usó Google Classroom (51 %), herramienta gratuita que ofrece las características básicas de un LMS (*Learning Management System*). Ninguno usó plataformas comerciales como Blackboard, Canvas o BrightSpace, debido a que las instituciones no contaban con licencias de pago. Moodle apareció con un 1 % y el 15 % de los docentes indicó no usar ninguna plataforma para gestionar los procesos de clase.

Entre las prácticas pedagógicas más significativas, los docentes destacaron el uso de las guías pedagógicas (escritas) o talleres en modalidad asincrónica (31 %) y el uso de videos para explicar tanto conceptos como

procedimientos de las actividades (28 %). En menor medida se incluyeron prácticas para resolver problemas, proyectos pedagógicos o actividades como blogs, foros o escritura de ensayos (figura 7).

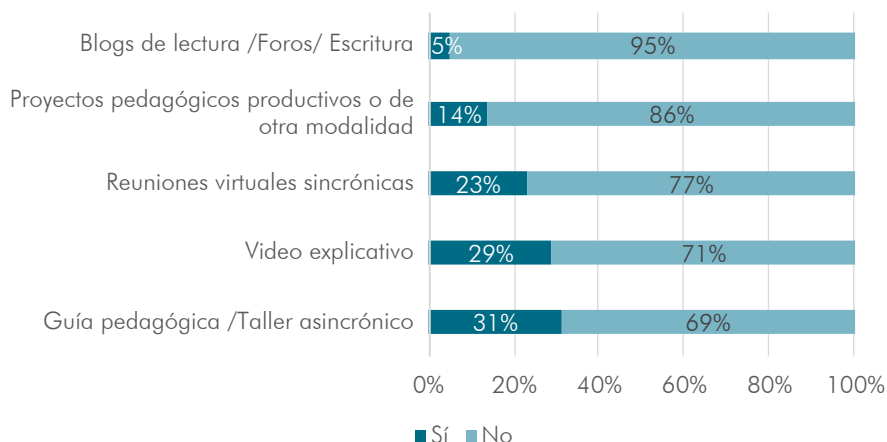


Figura 7. Prácticas de enseñanza más significativas durante la virtualización

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con una de las preguntas abiertas, predominó la curación de contenidos (búsqueda, selección y evaluación de recursos ajustados a las características de los estudiantes) por encima del diseño por parte de los docentes. Un 43 % indicó usar videos explicativos cortos retomados de YouTube y 31 % páginas web con formatos predominantemente textuales. 20 % destacó el uso de

clases sincrónicas para explicar directamente los temas y actividades, pero con asistencia de pocos estudiantes a este tipo de encuentros.

Como muestra la figura 8, las herramientas para la comunicación que más se emplearon fueron WhatsApp (84 %) y Google Meet y Zoom para los casos en que se hicieron encuentros sincrónicos o que se grabaran videos con indicaciones de las actividades.

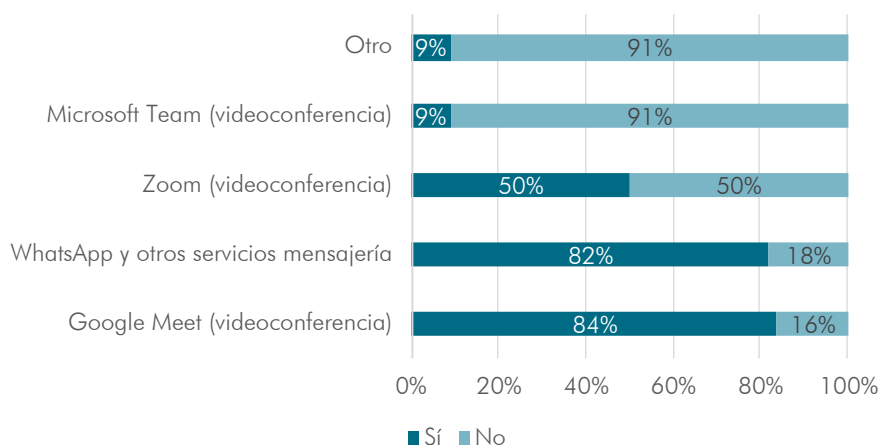


Figura 8. Herramientas de comunicación

Fuente: elaboración propia

En esta categoría los docentes manifestaron las limitaciones de tipo operativo o logístico para el uso de tecnologías y de ciertas herramientas en sus prácticas pedagógicas, debido a que la mayoría de los estudiantes de instituciones públicas no tenían un acceso frecuente a internet. 88 % de los docentes reportó problemas de conectividad de sus alumnos, 82 % ausencia de elementos tecnológicos (por ejemplo, un dispositivo móvil o un computador), 58 % falta de apoyo de padres o cuidadores, lo cual incidía en que los estudiantes de menor edad no pudieran acceder a los contenidos y actividades de clase; 46 % reportó ausentismo o deserción escolar y 33 % rechazo por parte de las familias respecto al uso de tecnologías.

Al emplear la prueba de Chi-cuadrado para relacionar las variables socio-demográficas con las variables de la categoría de prácticas, no se encontraron diferencias significativas entre sexo/ubicación/nivel de enseñanza/máximo nivel educativo y prácticas de enseñanza/ herramientas digitales empleadas.

Procesos de formación en competencia digital

Esta última categoría presenta los resultados relacionados con los procesos de formación en competencia digital docente.

Tan solo el 38 % de los docentes indicó que la institución brindó capacitación en uso de tecnologías digitales para la enseñanza antes del periodo de confinamiento. De igual manera, el 25 % indicó contar y usar dispositivos para la digitalización de la enseñanza previo a la pandemia.

Durante el confinamiento obligatorio, y considerando que las instituciones públicas adoptaron modelos de virtualización plena y acompañamiento a distancia, a través de guías impresas, se establecieron algunos apoyos institucionales a los docentes, aunque en escaso porcentaje (figura 9). De las estrategias empleadas, destaca la capacitación en línea, que consistió en general en sesiones sincrónicas para conocer plataformas de gestión del aprendizaje (por ejemplo, *Google Classroom*), herramientas de reunión sincrónica como *Google Meet*, o los repositorios de recursos abiertos compartidos por el Ministerio de Educación Nacional y otras instituciones.

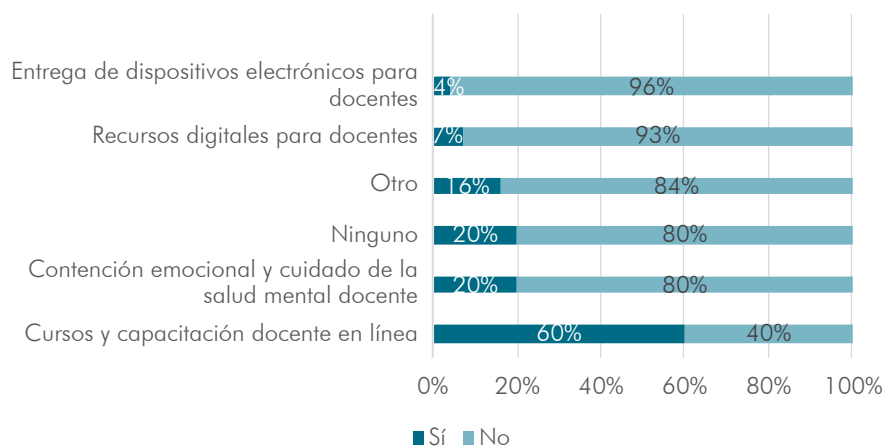


Figura 9. Tipo de apoyo institucional a los docentes en el marco de la pandemia

Fuente: elaboración propia

Además de estos procesos de formación que se dieron en paralelo a la enseñanza mediada por tecnologías, el 91 % de los docentes llevó a cabo procesos de gestión de aprendizaje autónomo, con cursos y recursos abiertos ofrecidos por universidades y otras instituciones como el Ministerio de Educación Nacional, con videotutoriales o con textos disponibles en la web. Los temas que se consultaron de manera recurrente fueron el uso de plataformas para almacenar contenidos y actividades y herramientas de apoyo para las clases sincrónicas. Los docentes también indicaron procesos de “experimentación” con los recursos, es decir, probaron diferentes

herramientas disponibles e iban identificando cómo podían usarlas en el marco de sus actividades de mediación.

Al cruzar las variables sociodemográficas con las variables de la categoría de formación, se identificaron diferencias al relacionar la capacitación previa con las actitudes hacia la virtualización: con capacitación específica en TIC disminuyó la percepción de dificultad en su uso (tabla 3). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variables sexo/ubicación/nivel de enseñanza/máximo nivel formativo y capacitación en TIC antes de la pandemia.

Tabla 3. Relación entre capacitación y la percepción de dificultades en el uso de las TIC

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,959	3	,0266
Razón de verosimilitud	4,051	3	,0256
Nº de casos válidos	102		

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Esta investigación se propuso caracterizar las actitudes, prácticas y procesos formativos relacionados con la competencia digital de docentes de educación pública durante el confinamiento por covid-19. Entre las actitudes, destaca la preferencia de los docentes por la presencialidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje y la percepción poco favorable del impacto de las tecnologías en la calidad de la educación. Cabe destacar que los participantes de la investigación tenían una edad promedio de 47 años y que en las relaciones entre variables se encontró que, a mayor edad, mayor percepción de dificultad en el uso de las TIC. Aunque la mayoría de los profesores se había familiarizado con el uso

personal de tecnologías digitales, pero no las había integrado en su práctica docente.

Como se ha encontrado en otros estudios, la incorporación de las tecnologías durante el proceso de confinamiento se llevó a cabo de manera abrupta y, en general, los docentes contaban con poca preparación para ello (Portillo *et al.*, 2022; Villafuerte *et al.*, 2022). Ante esta situación, los profesores experimentaron inicialmente sentimientos de incertidumbre y preocupación; sin embargo, en el transcurso del confinamiento lograron adaptarse a los cambios requeridos.

Respecto a sus prácticas, se destaca el uso de distintas herramientas y recursos vinculados con dos de las cinco áreas de la competencia digital planteadas por INTEF (2017):

la información y alfabetización informacional y la comunicación y colaboración. Los docentes fortalecieron sus procesos de búsqueda, filtrado, evaluación y almacenamiento de la información, así como la comunicación a través de medios sincrónicos y asincrónicos necesarios para la gestión de los aprendizajes. Los participantes de la investigación no produjeron muchos contenidos, pero sí avanzaron en la curaduría. Esto muestra correspondencia con otros estudios donde los docentes, durante los primeros meses de cuarentena, perciben tener facilidad para localizar información digital (Martínez-Garcés y Garcés-Fuenmayor, 2020) y una alta o muy alta valoración en su uso y alfabetización tecnológica (Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2022). Si bien no aparecen con fuerza las áreas de creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas, los docentes manifestaron un constante interés por consolidar sus competencias. Se evidenció una presencia importante de recursos multimodales, en particular del uso de videos y recursos gráficos para trabajar en los temas de las clases. No obstante, se hace poca alusión a las formas de acercamiento pedagógico a este tipo de recursos, considerando que la alfabetización multimodal no se trata de trasladar las formas de alfabetización tradicional a nuevos formatos de representación de la información (Kalantzis *et al.*, 2022).

Las prácticas de los docentes se vieron limitadas en parte por las condiciones contextuales, relacionadas con las dificultades de conexión a internet de los estudiantes y sus familias. Aunque los docentes se formaron y exploraron, por ejemplo, estrategias como las clases sincrónicas o el uso de recursos multimodales, no siempre lograban que un porcentaje alto de alumnos pudiera conectarse o acceder a la información. Estas dificultades se acrecentaron tanto en las instituciones rurales como en los grados de educación primaria, brechas que han sido caracterizadas en otras investigaciones como brechas por tipo de centro y brechas por nivel educativo (Portillo *et al.*, 2022, Seabra *et al.*, 2021). Si bien estas dificultades se experimentaron en varios contextos a nivel mundial, estuvieron mucho más marcadas en países emergentes como Colombia, en los que la brecha digital es todavía muy alta (Quintero y Solano, 2020).

En relación con los procesos formativos, se identificó que antes de la pandemia los profesores participantes contaban con poca capacitación específica en el uso de tecnologías digitales, aunque la mayoría tenía estudios de posgrado en el ámbito pedagógico, coincidiendo con lo encontrado en estudios similares (Portillo *et al.*, 2022). Este hallazgo es relevante por cuanto implica que, a pesar de las profundas transformaciones del giro digital en la economía, la política y la comunicación, la educación pública no estaba preparada para una inclusión intensiva de las tecnologías en la enseñanza (Fernández-Batanero *et al.*, 2020). Durante el confinamiento, las instituciones llevaron a cabo procesos de formación de forma paralela a la implementación de las estrategias de emergencia.

Si bien esto fue relevante, gran parte de la responsabilidad fue asumida por los docentes a través de procesos de autoformación en los que consolidaron algunas

áreas de sus competencias digitales, resultados que coinciden con otras investigaciones que evidencian el compromiso profesional docente (Hatos *et al.*, 2020). La autogestión del aprendizaje se apoyó principalmente en la consulta de videos, videotutoriales o textos, así como en la experimentación directa con los recursos y herramientas digitales. Cabe destacar también que los participantes habían configurado un perfil de usuarios frecuentes de tecnologías, en particular de redes sociales, pero esta no fue una condición suficiente para que pudieran incluirlas de forma crítica e intencionada en los procesos de enseñanza (Cobo y Moravec, 2011).

Finalmente, ante estos resultados se torna imperativo mejorar, en el corto plazo, los planes de formación en competencias digitales docentes, no solo para los profesores que se encuentran actualmente en ejercicio, sino también para quienes se encuentran en procesos de formación inicial. Las expectativas durante la virtualización de emergencia se enfocaron en los docentes, pero la consolidación de las competencias digitales debe ser una responsabilidad política e institucional (Portillo *et al.*, 2022). Para que sea efectiva, es preciso que se considere la realidad y posibilidades de los centros educativos, así como las características del micro y mesocontexto.

Más allá del conocimiento de las herramientas y plataformas, lo cual derivaría en una visión instrumental de las tecnologías, la formación debe centrarse en los sustentos pedagógicos y didácticos de las tecnologías, así como en sus dimensiones sociopolítica y ética. En ese sentido, el énfasis son las personas, sus actitudes, sentimientos, valoraciones, creencias y prácticas vinculadas a las competencias digitales (García y Corell, 2020). Es preciso continuar indagando sobre los aprendizajes que los docentes lograron consolidar e incorporar a su práctica educativa, así como

las principales dificultades que enfrentaron, y enfrentan hoy, para establecer planes de acción acordes a sus necesidades. Si bien esta investigación tiene algunas limitaciones metodológicas, en particular por la dificultad en el acceso a la población docente del sector oficial, refleja en gran medida la brecha digital que se experimenta en el país y los esfuerzos individuales de los profesores para ajustarse a los cambios sociales y tecnológicos de los últimos años.

Referencias

- Awofala, A. O., Akinoso, S. O. y Fatade, A. O. (2017). Attitudes towards computer and computer self-efficacy as predictors of preservice mathematics teachers' computer anxiety. *Acta Didactica Napocensia*, 10, 91-108. <https://doi.org/10.24193/adn.10.3.9>
- Bordoloi, R., Das, P. y Das, K. (2021). Perception towards online/blended learning at the time of Covid-19 pandemic: an academic analytics in the Indian context. *Asian Association of Open Universities Journal*, 16(1), 41-60. <https://doi.org/10.1108/AAOUJ-09-2020-0079>
- Carrera, X., Coiduras, J., Lázaro, J. L. y Pérez, F. (2019). La competencia digital docente: definición y formación del profesorado. En M. Gisbert Cervera, V. Esteve-González y J. L. Lázaro Cantabrana (Rds.). *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 59-78). Octaedro.
- Chang, S. E. (2005). Computer anxiety and perception of task complexity in learning programming-related skills. *Computers in Human Behavior*, 21, 713-728. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.021>
- Cobo, C., y Moravec, J. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la*

educación. Col·lecció Transmedia xxi. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE]. (2019). *Indicadores básicos de TIC en Hogares, Colombia*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic/indicadores-basicos-de-tic-en-hogares>
- Dolighan, T. y Owen, M. (2021). Teacher efficacy for online teaching during the COVID-19 pandemic. *Brock Education Journal*, 30(1), 95. <https://doi.org/10.26522/brocked.v30i1.851>
- Estrada-Muñoz, C., Vega-Muñoz, A., Castillo, D., Müller-Pérez, S. y Boada-Grau, J. (2021). Technostress of Chilean Teachers in the Context of the COVID-19 Pandemic and Teleworking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 5458. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105458>
- Fernández-Batanero, J., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J. y García Martínez, I. (2020). Digital competences for teacher professional development. Systematic review. *European Journal of Teacher Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827389>
- Función Pública (2020, diciembre 15). *Educación en tiempos de pandemia y equidad de los aprendizajes*. <https://www.funcionpublica.gov.co/web/sirvo-a-mi-pais/-/educaci-c3-b3n-en-tiempos-de-pandemia-y-equidad-de-los-aprendizajes>
- García, F. J. y Corell, A. (2020). La COVID-19: ¿Enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98.
- Hatos, A., Cosma, M. y Clipa, O. (2022). Self-Assessed Digital Competences of Romanian Teachers During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13(810359). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810359>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF]. (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente*. Gobierno de España. https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Común-de-Competencia-Digital-Docente.pdf
- Kalantzis, M. y Cope, B. (Eds.) (2005). *Learning by Design*. Victorian Schools Innovation Commission and Common Ground.
- Kalantzis, M., Cope, B. y Zapata, G. (2020). *Las alfabetizaciones múltiples: teoría y práctica*. Octaedro Editorial.
- Kim, L. E. y Asbury, K. (2020). "Like a rug had been pulled from under you": The impact of COVID-19 on teachers in England during the first six weeks of the UK lockdown. *British Journal of Educational Psychology*, 90, 1062-1083. <https://doi.org/10.1111/bjep.12381>

- Letzel-Alt, V., Pozas, M. y Schneider, C. (2022). "I miss my school!": examining primary and secondary school students' social distancing and emotional experiences during the Covid-19 pandemic. *Prospects*, 51, 673-684. <https://doi.org/10.1007/s11125-022-09621-w>
- Lichand, G., Doria, C. A., Leal-Neto, O. y Cossi, J. P. (2022). The impacts of remote learning in secondary education during the pandemic in Brazil. *Nature Human Behaviour*, 6, 1079-1086. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01350-6>
- Martínez-Garcés, J. y Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. *Educación Y Humanismo*, 22(39), 1-16. <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4114>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054 <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Noah-Harari, Y. (2019). *21 lecciones para el siglo XXI*. Penguin Random House.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Graó.
- Portillo, J., Romero, A. y Tejada, E. (2022). Competencia Digital Docente en el País Vasco durante la pandemia del COVID-19. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 21(1), 57-73. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.1.57>
- Prieto-Ballester, J. M., Revuelta-Domínguez, F. I. y Pedrera-Rodríguez, M. I. (2021). Secondary School Teachers Self-Perception of Digital Teaching Competence in Spain Following COVID-19 Confinement. *Education Sciences*, 11, 407. <https://doi.org/10.3390/educsci11080407>
- Quintero, R. y Solano Y. (2020, junio 30). Estudiar en línea en Colombia es un privilegio. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/>
- Rodríguez-Jiménez, F. J., Pérez-Ochoa, M. E. y Ulloa-Guerra, Óscar. (2022). Competencias digitales docentes y retos durante la pandemia COVID-19. *Magis. Revista Internacional De Investigación En Educación*, 15, 1-23. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m15.cddr>
- Salazar, L., Alfonso, M., Jiménez, J. y Patiño, O. (2021). Listas de chequeo, una herramienta para la lucha por la defensa del derecho a la educación en condiciones de dignidad. *Revista Educación y Cultura. FECODE*, (141), 32- 43.
- Seabra, F., Teixeira, A., Abelha, M. y Aires, L. (2021) Emergency Remote Teaching and Learning in Portugal: Preschool to Secondary School Teachers' Perceptions. *Education Sciences*, 11, 349. <https://doi.org/10.3390/educsci11070349>
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Paidós.
- Skar, G. B. U., Graham, S. y Huebner, A. (2022). Learning loss during the COVID-19 pandemic and the impact of emergency remote instruction on first grade students' writing: A natural experiment. *Journal of Educational Psychology*, 114(7), 1553-1566. <https://doi.org/10.1037/edu0000701>
- Smaali, D., Jules, T. D., Hentati, I. y Arnold, R. (2022). Navigating through the COVID-19 pandemic. Unfinished learning in primary and secondary education in Tunisia. *Tertium Comparationis*, 28(3), 274-299. <https://doi.org/10.25656/01:25328>
- Tourón, J., Martín, D., Navarro, E., Pradas, S. y Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia

digital docente de los profesores (CDD) | Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC). *Revista Española de Pedagogía*, 76(269), 25-54. <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>

Van Dijk, J.A. (2017). Digital Divide: Impact of Access. En P. Rössler, C. A. Hoffner y L. Zoonen (Eds.), *The International Encyclopedia of Media Effects*. Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118783764.wbieme0043>

Villafuerte, J., Bello, J., Pantaleón, Y. y Bermello, J. (2020). Rol de los docentes ante la Crisis del Covid-19, una mirada desde el enfoque humano. *REFCalE*, 8(1), 134-150. <https://n9.cl/mlzx>

Zabalza, M. A. (2006). *Competencias docentes del profesor universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Narcea/Ediciones de la U.

Zubiría, J. D. (2021, agosto 9). Sin conectividad no se garantiza el derecho a la educación. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/>

Para citar este artículo

Vargas Franco, A., López Gil, K. y Torres Casierra, L. M. (2024). La competencia digital docente en tiempos de la pandemia: actitudes, prácticas y procesos formativos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 226 - 245. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-19025>



Análise da atividade argumentativa em aulas de Química segundo Perelman e Olbrechts-Tyteca

- Analysis of Argumentative Activity in Chemistry Classes according to Perelman and Olbrechts-Tyteca
- Análisis de la actividad argumentativa en las clases de Química según Perelman y Olbrechts-Tyteca

Resumo

O ensino da argumentação nas aulas de ciências vem sendo difundido nos últimos anos, no que se refere as discussões teóricas, as estratégias, a inserção no currículo, aos cursos de formação de professores, entre outros. Desta forma, assumimos que durante uma atividade de ensino para fomentar a argumentação, há também presente, no discurso do docente, aspectos retóricos do processo argumentativo. Ao mesmo tempo, consideramos que a teoria da argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca constitui um referencial teórico e metodológico que auxilia na análise de discursos argumentativos nas aulas de ciências. Portanto, neste artigo de pesquisa em educação em ciências experimentais, matemática e tecnologia, buscamos analisar o caráter argumentativo do discurso docente à luz da Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca. Para compor nosso corpus de análise, selecionamos episódios de um conjunto de atividades desenvolvidas por uma professora da disciplina de química, na educação básica, de uma escola técnica federal, buscando identificar, nos discursos dos participantes, elementos da teoria. Para a análise dos dados utilizamos o aporte teórico da Análise Textual Discursiva. Como principais resultados observamos a intenção explícita da docente (Orador) em elevar a adesão à uma dada tese por parte do alunado (Auditório) por meio do convencimento ou persuasão. A dinâmica para o contato com os espíritos a fim de promover um debate e, posteriormente, avaliar os argumentos, favoreceu um processo metacognitivo de reflexão sobre os argumentos utilizados, apontando valores e a hierarquia destes, que reconhecidos pelos membros do Auditório e as técnicas adotadas pela docente, se apoiam em argumentos de dissociação dos conceitos. Concluimos que a teoria apresenta potencial enquanto ferramenta analítica para estudos sobre argumentação.

Palavras-chave

argumentação; ensino secundário de ciências; teoria retórica.

Geraldo Alexandre da Silva Júnior* 
Márcia Gorette Lima da Silva** 

* Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Professor no Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: geraldoalexandrejr@yahoo.com.br.

** Doutora em Educação e PhD em Didática das Ciências. Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. marcia.gorette.silva@ufrn.br.



Abstract

The teaching of argumentation in science classes has been disseminated in recent years, concerning theoretical discussions, strategies, integration in the curriculum, and teacher training courses, among others. In this way, we assume that during a teaching activity to promote argumentation, there are also rhetorical aspects of the argumentative process present in the teacher's discourse. At the same time, Perelman and Olbrechts-Tyteca's argumentation theory constitutes a theoretical and methodological framework that helps in the analysis of argumentative discourses in science classes. Therefore, in this research article about education in experimental sciences, mathematics, and technologies, we seek to investigate the argumentative character of the teaching discourse in light of Perelman and Olbrechts-Tyteca's Theory of Argumentation. To compose our corpus of analysis, we selected episodes from a set of activities developed by a chemistry teacher in primary education at a federal technical school, seeking to identify elements of the theory in the participants' discourses. For data analysis, we used the theoretical contribution of Discursive Textual Analysis. As the main results, we observed the explicit intention of the teacher (Speaker) to increase adherence to a given thesis by the students (Audience) through convincing or persuasion. The dynamics for contact with the spirits in promoting a debate and, later, evaluating the arguments favored a metacognitive process of reflection on the arguments used, indicating values and their hierarchy, which, recognized by the members of the Audience, and the techniques adopted by the teacher are supported in arguments of dissociation of concepts. We conclude that the theory has potential as an analytical tool for studies on argumentation.

Keywords

argumentation; secondary science education; rhetorical theory.

Resumen

La enseñanza de la argumentación en las clases de ciencias se ha venido difundiendo en los últimos años, en lo que se refiere a discusiones teóricas, estrategias, inclusión en el currículo, cursos de formación docente, entre otros. De esta forma, suponemos que durante una actividad de enseñanza para fomentar la argumentación, existe también, en el discurso del profesor, aspectos retóricos del proceso argumentativo. Al mismo tiempo, consideramos que la teoría de la argumentación de Perelman y Olbrechts-Tyteca constituye un marco teórico y metodológico que ayuda en el análisis de los discursos argumentativos en las clases de ciencias. Por lo tanto, en este artículo de investigación en educación en ciencias experimentales, matemáticas y tecnologías, buscamos analizar el carácter argumentativo del discurso docente a la luz de la Teoría de la Argumentación de Perelman y Olbrechts-Tyteca. Para componer nuestro corpus de análisis, seleccionamos episodios de un conjunto de actividades desarrolladas por una profesora de química en educación básica, de una escuela técnica federal, buscando identificar, en los discursos de los participantes, elementos de la teoría. Para el análisis de los datos se utilizó el aporte teórico del Análisis Textual Discursivo. Como principales resultados, se observó la intención explícita de la profesora (Orador) de aumentar la adhesión a determinada tesis por parte de los estudiantes (Auditorio) a través del convencimiento o la persuasión. La dinámica de contacto con los espíritus con la finalidad de promover un debate y, posteriormente, evaluar los argumentos, favoreció un proceso metacognitivo de reflexión sobre los argumentos utilizados, señalando valores y una jerarquía de estos, que reconocidos por los integrantes del Auditorio y las técnicas adoptadas por el docente, se sustentan en argumentos de disociación de los conceptos. Concluimos que la teoría tiene potencial como herramienta analítica para estudios sobre argumentación.

Palabras clave

argumentación; educación secundaria en ciencias; teoría retórica

Introdução

Estudos sobre argumentação buscam relacionar práticas epistêmicas e o ensino de ciências (Jiménez-Aleixandre e Agraso, 2006; Jiménez-Aleixandre, 2007; Araújo e Mortimer, 2009; Franco e Munford, 2020; Silva e Silva, 2016; Silva et al., 2017; Azevedo e Silva, 2019), assumindo uma posição epistemológica da ciência enquanto construção social, no qual cientistas avaliam e negociam suas posições teóricas e metodológicas (Sandoval e Morrison, 2003). Para Kelly (2008), as práticas nas quais membros de uma determinada comunidade científica validam, propõem, justificam e avaliam afirmações de conhecimento são chamadas de práticas epistêmicas. Entre estas, a argumentação está inserida enquanto avaliação e comunicação do conhecimento (Duschl, 2007; Jiménez-Aleixandre, 2007; Kelly, 2008; Silva Júnior, 2019). Assim mesmo, Erduran e Jiménez-Aleixandre (2007) discutem que a argumentação se relaciona, tanto com a justificação por meio de agrupamentos de linhas de raciocínio, como também com a persuasão. Diferentes teorias vêm apoiando este campo de investigação, seja como processo (a argumentação) ou como produto (o argumento) entre elas a Teoria da Argumentação de Chaïm Perelman e Lucie Olbrechts-Tyteca (Lemgruber, 1999; Frank, 2011; Oliveira e Oliveira, 2018; Sousa e Malheiro, 2019; Pereira et al., 2020; Silva Júnior et al., 2021), sendo este último o foco de nosso interesse.

Assim, delimitamos como problema de pesquisa a questão a seguir: Que características da Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca podem ser transpostas para analisar o caráter argumentativo do discurso docente diante de seus alunos em sua prática profissional? Assumimos que há certa proximidade na intencionalidade da atuação

docente com as práticas de avaliação e negociação na Ciência em que incluem a busca pela adesão dos pares a uma dada ideia ou teoria, quer dizer, persuadir e/ou convencer os membros desta comunidade. Consideramos a sala de aula como um ambiente de interação social onde há uma autoridade intelectual do docente, autoridade que não tem a dimensão do poder, mas em uma perspectiva hierárquica de saberes que pode influenciar, direta ou indiretamente, o processo de aprendizagem do alunado. Igualmente, há uma intencionalidade do docente em seu discurso para propor um caminho lógico de forma a levar aos estudantes a acompanhar seu raciocínio, desde que considere a sala de aula como um espaço de negociação. É neste caminho dialógico que elaboramos nossa hipótese para o caráter retórico da prática docente, em que sua atividade argumentativa tem como intenção levar a adesão de um auditório, neste caso a sala de aula, ao seu raciocínio por meio da persuasão e/ou convencimento (Silva Júnior, 2019).

A seguir, apresentamos elementos teóricos da teoria da Argumentação de Chaïm Perelman e Lucie Olbrechts-Tyteca, e a partir deste, analisar o aspecto retórico da argumentação docente para levar estudantes a aderir seus argumentos.

Marco Teórico

A Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca vem sendo abordada como referencial de análise, discutindo algum dos elementos da teoria (Daher Júnior, 2016; Zambrano e Llavanera, 2012; Pessanha, 2014; Oliveira e Oliveira, 2018; Sousa e Malheiro, 2019; Pereira et al., 2020; Silva Júnior et al., 2021). Em linhas gerais, a teoria apresenta 3 eixos principais: pressupostos, pontos de partida e as técnicas de argumentação.

Os Pressupostos: Orador, Auditório (particular e universal), Contato dos Espíritos, Persuasão e Convencimento

Um primeiro aspecto sobre a teoria é a posição retórica como associada a argumentação (oral ou escrita), na qual o discurso busca compreender o mecanismo do pensamento dentro do processo de argumentação, isto quer dizer que, tanto Orador como Auditório são elementos importantes.

De acordo com Perelman e Olbrechts-Tyteca (2014, p. 41), “não conviria, no entanto, que a adesão do interlocutor tivesse sido obtida unicamente graças à superioridade dialética do orador. Quem cede não deve ter sido vencido numa contenda erística, mas deve ter-se inclinado ante a evidência da verdade”. Outro ponto é a distinção entre argumentação e demonstração; a primeira, busca influenciar (por meio do discurso) o volume de adesão de um auditório à certas teses, e a segunda, busca expressar uma sequência dedutiva.

Assim mesmo, no processo argumentativo, aspectos da subjetividade do Orador são considerados, tais como valores, vivências, objetivos, o que implica que a argumentação não é neutra, esta pode ser persuasiva ou convincente. Consequentemente, a adesão do auditório tem como pré-requisito o Contato dos Espíritos, que é intelectual, necessitando tanto de uma linguagem comum como de uma técnica que possibilite a comunicação. Quer dizer, o Contato dos Espíritos envolve uma empatia e o reconhecimento de igualdade com o interlocutor. Tal posição é expressa pelos autores ao afirmarem que:

[...] para argumentar, é preciso ter apreço pela adesão do interlocutor, pelo seu consentimento, pela sua participação mental. [...] Cumpre observar, aliás, que querer convencer alguém implica sempre certa modéstia da parte de quem argumenta, o que ele diz não constitui uma “palavra do Evangelho”, ele não dispõe dessa autoridade que faz com que o que diz seja indiscutível e obtém imediatamente a convicção. Ele admite que deve persuadir, pensar nos argumentos que podem influenciar seu interlocutor, preocupar-se com ele, interessar-se por seu estado de espírito. (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2014, p. 18)

Tanto no auditório universal como no particular, o Orador busca estabelecer o Contato dos Espíritos, isto é, aqueles indivíduos que acompanham a linguagem e a estrutura da sua argumentação. A argumentação, com o caráter de persuadir, se dirige a um ‘auditório em particular’, que é composto por um ou mais sujeitos com normas próprias tais como linguagem, valores e hierarquias. Quando tem o caráter de convencer, o auditório será considerado universal, formado por todos os indivíduos, em que cada um possui uma cultura e tem concepção própria e, de forma geral, o Orador tende a considerá-los como igual.

Além disso, Daher Júnior (2016) considera que a noção proposta para auditório universal é uma das contribuições da Nova Retórica, na qual busca compreender o mecanismo da adesão a uma dada tese. Consideramos que há

uma aproximação dos elementos da Teoria da Argumentação com o ensino, sendo apresentada no quadro 1 a seguir.

Tabela 1. *Elementos da Teoria da Argumentação e a relação com o ensino*

Elemento	Características da teoria	Relação com o ensino
Orador	Sujeito que pretende elevar a adesão do Auditório a sua tese.	O/a professor/a
Auditório	Conjunto de sujeitos que o Orador quer influenciar com sua argumentação.	Os estudantes
Contato dos espíritos	Situação em que o Orador e os membros do Auditório possuem uma linguagem em comum e compartilham uma técnica que possibilita a comunicação.	Professor/a e estudantes concordam com as teses defendidas e buscam conhecer o quê e como os outros pensam.
Persuasão	Objetivo da argumentação que pretende valer-se da adesão apenas para um auditório em particular. Busca-se a ação por parte do Auditório.	Exemplo de situação: estudantes não descartam resíduos de óleo de cozinha nas redes de esgoto após o professor ter argumentado sobre a tese da contaminação.
Convencimento	Objetivo da argumentação pretende valer-se da adesão de um auditório universal. Não está relacionada uma ação por parte do Auditório.	Exemplo de situação: estudantes concordam que não devem descartar resíduos de óleo de cozinha nas redes de esgoto.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseados em Silva Júnior (2019, p.23).

O Ponto de Partida da Argumentação

São considerados no ponto de partida da argumentação os objetos do 'Acordo' que são: os fatos, as verdades, as presunções, os valores, as hierarquias e os lugares. Além

destes, existem ainda os acordos próprios de determinados grupos, entre eles, o senso comum (conjunto de crenças) e o *corpus* (conjunto de acordos próprios entre os adeptos de uma área de conhecimento). No quadro 2, apresentamos os objetos, junto com alguns exemplos.

Tabela 2. *Objetos do acordo e exemplos relacionando a conceitos científicos*

Objetos do Acordo	Características	Exemplos
Fatos	Ideias que se têm de acordos sobre certos dados a partir dos quais é possível postular um acordo universal.	A temperatura média do planeta aumentou nos últimos 10 anos.
Verdades	Sistemas com maior complexidade, relativas às ligações entre fatos que tratam de teorias ou concepções filosóficas ou religiosas que transcendem a experiência.	A elevação da temperatura do planeta foi consequência do aumento da emissão de gases do efeito estufa.
Presunções	Acordos universais derivados da concepção de normalidade, em que a noção de "normal" depende do grupo de referência, necessitando que a adesão seja reforçada em um dado momento.	As mudanças climáticas são ações que ocorrem naturalmente sendo, portanto, desnecessário nos preocupar em combatê-las.
Valores	Meios de persuasão usados na argumentação na tentativa de convencer um auditório em particular a tomar certas ações ou justificá-las.	Preservar a fauna e a flora é uma condição para preservar a vida humana.
Hierarquias	Classificações feitas de acordo com seus valores a fim de tornar um superior ou outro.	A preservação da vida humana é mais necessária que a da fauna e da flora.
Lugares	Premissas de ordem geral usadas para fundamentar valores ou hierarquias. Os lugares podem fazer uso da quantidade quando defendem da preferência do provável sobre o improvável ou da qualidade quando valoriza o único em consequência da relação que temos com ele.	As mudanças climáticas causam um efeito global, afetando a todos os membros do planeta (quantidade). A elevação do nível do mar pode inundar cidades litorâneas como Natal (qualidade)

Fonte: elaborado pelos autores, baseados em Silva Júnior (2019, p. 26).

Consequentemente, ao escolher os fatos relevantes, as hipóteses levantadas e as teorias a serem usadas como presunções, se estabelece uma ‘presença’ frente ao Auditório, o que afetará positiva ou negativamente a sensibilidade dos membros. Ou seja, implica em discutir tanto os dados escolhidos como a forma de sua apresentação, o que leva as técnicas de argumentação.

As Técnicas de Argumentação: Argumentos de Ligação e Argumentos de Dissociação.

O argumento de ligação busca as relações entre conceitos para alcançar a adesão de teses já aceitas pelo Auditório, sendo classificado em 3 modelos: 1) o quase-lógico; 2) o baseado na estrutura do real; e 3) o fundamentado na estrutura do real. No modelo quase-lógico o raciocínio não-formal faz uso de uma estrutura semelhante à lógica formal. O Orador utilizará como técnica a exploração das relações como a comparação, a busca pela contradição ou a probabilidade. No modelo baseado na estrutura do real, busca estabelecer uma sintonia de solidariedade entre juízos, podendo o Orador utilizar técnicas de relação de sucessão ou de coexistência para levar o Auditório a aceitar novas teses. Por fim, o modelo fundamentado na estrutura do real se apoia no individual para generalizar, podendo utilizar técnicas baseadas em analogias, metáforas ou em um caso particular. Os argumentos por dissociação utilizam 3 técnicas: aparência-realidade, distinção e sistema de pares. Na técnica da aparência-realidade é quando busca tornar visível a essência a fim de mostrar que a aparência é enganosa; o argumento que utiliza a técnica da distinção é quando busca expor uma inadequação; por fim, o argumento apoiado na técnica de sistema de pares utiliza, por exemplo, o par particular/geral, em que se avalia um aspecto positivo em oposição a outro negativo.

Metodologia

O presente estudo parte do questionamento: Que características da Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca podem ser transpostas para analisar o caráter argumentativo do discurso da professora diante de seus alunos em sua prática profissional? Para tal, buscamos acompanhar a prática de uma professora de Química, durante 5 meses, com 14 estudantes do curso técnico integrado de uma instituição pública federal de ensino. O estudo considerou os procedimentos éticos da pesquisa como a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como do consentimento do uso de imagens e outras ações de modo a garantir o anonimato dos participantes.

A coleta dos dados foi realizada por meio de gravações em áudio e vídeo, e posteriormente, estas foram transcritas. A análise considerou as características da teoria durante atividades argumentativas no ambiente da sala de aula, utilizando elementos da Análise Textual Discursiva (Moraes e Galiazzi, 2006).

Desta forma, buscamos identificar no discurso, os pressupostos (elementos necessários para o desenvolvimento da argumentação), os pontos de partida (delimitar os dados que serão usados na construção da argumentação) e as técnicas de argumentação (identificadas pela observação do discurso de um sujeito). Assim, com relação aos 'pressupostos' buscamos identificar os elementos utilizados na caracterização do ambiente da sala de aula enquanto *lócus* do processo argumentativo, quer dizer, o espaço onde se desenvolve a argumentação; nos 'pontos de partida', a caracterização do discurso da professora; e o último inclui os aspectos relacionados as técnicas de argumentação utilizadas para convencer ou persuadir o auditório. Estes pressupostos constituem nossas categorias de análise.

Além disso, a sequência de atividades abordava um tema controverso (a visão antropogênica na mudança climática) e incluíam a abordagem de conceitos químicos, atividades experimentais, leitura de textos de divulgação científica, apresentação dos elementos de um argumento, entre outros. Apesar das várias atividades, nosso foco era promover um debate a partir do questionamento, "porque não existe consenso sobre as mudanças climáticas?" E, posteriormente a avaliar o debate, em termos de argumentos que pudessem convencer os demais sobre um dado ponto de vista. Apesar de acompanharmos todas as atividades, o recorte desta investigação se dirigiu a analisar os discursos durante a avaliação do debate entre os estudantes e a professora. Desse modo, nosso *corpus* de análise consistiu nas notas de planejamento da professora e na transcrição das falas durante a atividade de avaliação do debate.

Durante a dinâmica da atividade do debate, os participantes foram organizados em dois grupos (defesa de teses opostas a visão

antropogênica sobre a mudança climática e o outro grupo com teses a favor). Todos os discursos de defesa e ataque foram transcritos e projetado as principais falas dos grupos para uma análise coletiva sob a orientação da professora.

Resultados e Análises

Dentro do eixo Pressupostos: caracterização do ambiente, consideramos o Orador como a docente ou algum aluno/a que busca levar o Auditório a aderir sua tese por meio da persuasão e/ou convencimento. O Auditório formado pelos sujeitos, que se espera ter sua adesão elevada a alguma tese defendida pelo Orador, e o Contato dos Espíritos, quando o discurso permite o contato intelectual e afetivo.

Nos trechos a seguir, representados nas unidades de significado (us), observamos no planejamento da docente sobre o debate, a intencionalidade em persuadir o alunado a uma posição crítica e reflexiva diante de uma questão controversa (mudança climática):

us1: (...) promover uma reflexão inicial dos estudantes a respeito do tema, principalmente, sobre a relação entre as mudanças climáticas e a vida humana.

us3: (...) promover a articulação de fundamentos para a defesa de um ponto de vista, a antecipação de possíveis críticas a esses fundamentos e a reflexão sobre a própria argumentação. (2019)

Na atividade de avaliação do debate, os estudantes defendem o argumento de que a quantidade de dióxido de carbono (substância que, na atmosfera favorece o efeito estufa) não é afetada pela queima de combustíveis fósseis. A fonte de informação de onde este grupo se apoiou para defender, afirmava que a maior parte do dióxido de carbono advém da decomposição de rochas calcárias pelo efeito

da chuva. Entretanto, o texto não apresenta uma base científica desta afirmação. O questionamento da docente buscava dirigir a uma postura cética ou crítica com relação a fonte de informação. A partir da avaliação desta afirmação, o alunado seguiu discutindo as relações estequiométricas para demonstrar a fragilidade apresentada no argumento. Outro exemplo em relação a elevar a adesão do Auditório é apresentado a seguir:

Aluna_G: eu entendi que quem está errado é ele.

Professora: qual é o problema? ... [se referindo a atividade dos vídeos]

Aluna_G: consultar as fontes. (2019)

No trecho deste episódio, as fontes se referem a um dado apresentado no vídeo sobre a radiação solar, o qual difere do artigo original utilizado pela fonte. A docente sinaliza para a questão de se analisar criticamente o vídeo, verificando a confiabilidade das fontes. Por outro lado, a adesão não se limita à professora; mas também, a qualquer interlocutor do Auditório. O trecho a seguir ilustra esta situação:

Aluna_G2: tem mais embaixo. [se referindo a fala de outra aluna]

Professora: você está refutando a fala de quem?

Aluna_G: da Aluna_M.

Aluna_D: mas, ali está assim: na Antártida está ganhando gelo ao invés de perdendo.

Professora: mas, ela está refutando a fala de Aluna_M?

Aluna_D e Aluna_G: está!

Aluna_G2: segundo a NASA está ganhando gelo. No caso a aluna M botou que está derretendo.

Aluna_T: pela NASA está ganhando gelo ao invés de perdendo, pois se podia esperar de um planeta em aquecimento. Então, se está aquecendo, como está ganhando gelo?

A Professora solicita que releiam o outro trecho da fala da aluna.

Professora: Lá embaixo ela diz "a NASA disse que a Antártida está ganhando gelo ao invés de perdendo. Como deveria esperar de um modelo de processo de aquecimento". Ou seja, não está dizendo que não está acontecendo aquecimento. (2019)

Neste trecho a aluna G2 promove a adesão de três alunas, entretanto, a tese defendida origina-se de uma leitura equivocada do texto. Igualmente, observa-se, que a docente interfere no processo apontando para a questão da decodificação da informação.

Com relação ao Contato dos Espíritos, no trecho a seguir a docente procura tratar o Auditório como igual, respeitando e valorizando a fala dos alunos:

Professora: Leiam este trecho e me digam se é uma evidência [projeta a fala da aluna ML]. Aluna_ML: “É, e isso só tende a aumentar porque também cresce a urbanização e, com isso, vem as novas tecnologias e os carros ainda continuam consumindo esses combustíveis fósseis que liberam esses gases poluentes que são absorvidos causando aquecimento”.

Professora: Nesta fala, tem alguma coisa errada?

Aluna_ML: Eu acho que eles não são absorvidos. Eles só absorvem....

Professora: não são absorvidos, e sim absorvem a radiação. É isso?

Aluna_ML: é!

Professora: muito bem!

Aluna_ML: são absorvidos causando aquecimento.

Professora: muito bem. Nota 10 para você! (2019)

Esta dinâmica em projetar a fala dos alunos levando-os a identificar possíveis equívocos, favorece o processo reflexivo de regulação. É um ato de elevar o Contato dos Espíritos para o olhar mais atento sobre o que foi dito. Assim, a docente reconhece a fala da aluna em uma sintonia de respeito e reforço positivo. Também, observamos a intenção do Orador em elevar a adesão de seus interlocutores à sua tese por meio do convencimento, quer dizer, há uma concordância sem levar a uma ação. No trecho a seguir, uma aluna constrói um discurso com a intenção de vencer o Auditório:

Professora: Vamos ler o trecho durante o debate. Aluna_G: “então conclui-se que, o aumento da temperatura dos gases estufa não necessariamente é resultado da ação humana, pelo fato do ciclo da radiação solar influenciar bastante na emissão de gases estufa para a atmosfera”.

Aluna_B: tem alguma coisa errada.

Aluna_G: [lê novamente] está certo. Conclui-se dos outros argumentos que vocês disseram lá em cima.

Aluna_G2: está certo.

Aluna_G: eu estou dizendo que a temperatura ou os gases estufas não foram necessariamente causados por nós. E sim, pode ter grande parte da radiação solar, porque aí influencia bastante.

Aluno_J: eu acho que está certo

Professora: o ciclo da radiação solar influencia na emissão de gases estufa?

Aluna_G: da emissão não.

Aluna_D: nada a ver uma coisa com a outra.

Aluna_D2: é verdade.

Aluna_G2: da emissão não.

Professora: é um fato? Vocês estão defendendo uma ideia. Seria o fato de que o ciclo da radiação solar influencia bastante a emissão de gases na atmosfera?

Aluna_G2: não é?

Professora: quanto mais radiação tiver, mais gases estufa vai ter? Ou quanto mais radiação solar, menos gases estufa vai ter?

Aluna_G2: não tem relação.

Professora: se não tem relação, então não é um fato, portanto, não é uma evidência. (2019)

A docente ao questionar a fala durante a atividade de avaliação do debate, constrói uma argumentação para convencer o Auditório de que a afirmação da aluna não se constitui em uma evidência que apoie sua tese. Nesta construção, apela ao conhecimento científico da não relação entre o ciclo de emissão de radiação solar e a quantidade de gases causadores de efeito estufa presentes na atmosfera da Terra.

No eixo Pontos de Partida apesar da subjetividade são, consensualmente, aceitos pelo Orador e Auditório, quer dizer, corresponde a um sentido compartilhado. A importância deste eixo é relevante para apoiar a construção dos argumentos. Os fatos constituem dados utilizados para postular relações mais complexas, assumidos como adequados do ponto de vista da Ciência. No trecho a seguir, a docente utiliza uma das falas sobre a relação entre o período histórico da revolução industrial com os dados de dois gráficos. Um deles ilustra como a emissão de dióxido de carbono (CO_2 (g)) variou durante um período, e o outro mostra a variação da temperatura média da atmosfera terrestre no mesmo período. A docente projeta os gráficos e a fala da aluna solicita a leitura por parte da turma:

Professora: a Aluna_G falou: “E de acordo com o gráfico como as Aluna_B e Aluna_T falaram, se intensificou desde a revolução industrial. A revolução industrial aconteceu em 1820 e, nesse gráfico, dá para perceber que a variação de gases se intensificou desde 1900, ou seja, já vinha acontecendo a cerca de 10.000 anos atrás. Então, não sustenta o fato de que a revolução, a partir daquele momento, tenha sido a principal causadora da emissão de gases do efeito estufa. Porque antes da revolução também já havia”.

Professora: Tem algo errado neste argumento?

Aluno_G: não.

Professora: nesse gráfico dá para perceber que a variação de gases se intensificou desde 1900 e vinha acontecendo cerca de 10.000 anos atrás? [retoma os gráficos para analisarem]

Aluna_B: não entendi.

Professora: [retoma os gráficos apontando a variação da temperatura] Vejam, de 1860 a temperatura sobe, depois desce, sobe, desce, sobe, desce. Então, não fala de 10.000 anos antes de 1900. Essa informação de que estava aquecendo está incorreta. Mas, tem uma coisa que é coerente com a leitura dos gráficos.

Aluna_G: o quê?

Professora: que depois de 1900 começa a haver aquecimento. (2019)

Neste trecho de avaliação do debate, observa-se o papel dos Fatos para apoiar argumentos e informações nos gráficos como um consenso entre Orador

e Auditório. Igualmente, o elemento Verdade indica o estabelecimento de relações entre fatos que apontem para um sentido de teorização. Quer dizer, as afirmações se referem a dados aceitos para chegar a uma conclusão. No trecho acima, a docente e os estudantes partem dos fatos obtidos pelo gráfico para relacionar a revolução industrial e a elevação da temperatura média da atmosfera terrestre.

O elemento Presunções indica a construção do acordo em termos de uma noção de normalidade para um grupo de referência, sendo, portanto, necessário reforçá-lo. Nas presunções, há aceitação de um certo dado é correto, mas deriva de alguma ocorrência normal, frequente ou trivial e necessita ser reforçada pelo Orador frente ao Auditório. Consequentemente, o trecho a seguir ilustra este elemento em que os alunos fazem conjecturas a partir da leitura dos gráficos:

Aluna_G: professora, eu acho que não se intensificou depois da revolução industrial por si só. Acho que se intensificaram em setembro de 2001, com o ataque as torres gêmeas que tudo para o governo dos Estados Unidos era consumir.

Aluno_J: mas, antes do ataque, teve a crise de 1929 [se referindo ao gráfico].

Aluna_B: o que é tem isso?

Professora: em 1929 tem um pico pequeno e depois em 1960 [se referindo ao gráfico]

Aluno_J: neste período o governo colocou para consumir mais. Mas, professora, eu estava pensando. Na revolução industrial, a população média da Terra era menor que atualmente certo? Então, existem mais pessoas para consumir. Portanto, essa revolução industrial apenas aumenta é com massificação de pessoas. Então, o consumo de recursos naturais na

revolução industrial é menor que a quantidade atual, porque existe muitas pessoas consumindo. (2019)

A aceitação de uma ocorrência normal parece ser compartilhada pela docente para reforçar a Presunção, ao apontar a partir dos dados a elevação de temperatura. Assim, o termo utilizado neste reforço pode implicar que o fato não é suficiente para converter em verdade.

Além disso, o elemento Valores consiste na motivação de um Auditório Particular para tomar certas decisões ou justificá-las. Apesar deste carregar um caráter subjetivo e, talvez, de manipulação, é possível usar valores para tentar conduzir a certas ações. Negar o aspecto dos valores no processo de argumentação implicaria em negar o caráter humano de possuir motivações para realizar suas ações. No trecho a seguir, a docente busca conduzir o Auditório sobre a confiabilidade das fontes de dados e a autoridade:

Professora: a Aluna_MA disse: “Sim. Tem em um site, um texto de 2007 da sociedade, não sei falar esse nome em inglês, comprova que o aumento do nível de carbono na atmosfera é resultado do aumento da temperatura”.

Aluna_L: esse site, será que é confiável?

Professora: Muito bom. Será que esse site é confiável?

Aluna_MA: eu não sei não professora. Mas, eu pesquisei e mostrava isso. (2019)

Neste diálogo a docente busca, por meio do questionamento, motivar a busca de informações como parte do elemento Valores. Em conformidade, o elemento Hierarquia se situa na classificação hierárquica de valores. Buscamos em nossa análise identificar este

elemento em um diálogo sobre a validade da informação, que foi apresentada por um dos grupos:

Aluno_G: professora, eu já estava ficando com raiva porque elas só perguntavam, mas vocês não dizem quem disse isso.

Professora: não tem evidência, mas é importante no debate, viu? O que é uma pergunta? Uma pergunta é justamente para esclarecer o que está faltando você esclarecer.

Aluno_G: mas, pareciam que eles não tinham nada para falar.

Professora: ou não estavam entendendo o que vocês estavam falando. Que é justamente o que falaram hoje. Eles estavam achando incompleto o que vocês estavam falando. Era justamente para vocês completarem. E vocês complementaram. O objetivo é esse. Quando vocês não estiverem entendendo, tem que perguntar. Não está refutando, porque não tem o que refutar.

Professora: a Aluna_MA disse: “sua refutação [se referindo a Aluna_G] é baseada na pesquisa de 2011. Por acaso você viu outras pesquisas para analisar se essa é correta?”

Aluna_T: mostra aí.

Professora: como comentei, isso aqui não é refutar. É questionar as fontes. Faz parte do processo de argumentação? Faz. Mas, não é negar o que o outro disse. Enfraquecer a fonte do outro não quer dizer que o que ele está falando seja mentira ou esteja errado. (2019)

Neste diálogo observamos uma hierarquização de valores ‘empatia’ e ‘verdade’, sendo o valor da verdade classificado como superior ao da empatia. O reconhecimento desta atribuição de superioridade pode ser sustentado no diálogo a seguir, em que a docente expõe os critérios de Avaliação do Debate, sendo o de maior valor a capacidade de refutar baseado em evidências:

Professora: a nota vai depender destes critérios de avaliação. Qual é o principal critério de avaliação? É a capacidade de refutação com base em evidências. Então, não basta dizer não é o que você está dizendo. Têm que explicar. (2019)

O elemento ‘Lugares’, refere-se as premissas gerais para dar sustentação a um valor que o sujeito defende ou para comparar um dado como superior a outro. O trecho a seguir, trata-se de um diálogo que se refere à concentração dos gases favorecedores do efeito estufa:

Professora: a Aluna_T disse: “O que essa concentração vai causar? O quê que ela causa? e a Aluna_MA responde: “Ele [se referindo ao autor do texto que estavam debatendo] fala que essa elevação, elevará os níveis de dióxido de carbono na atmosfera e, isso é o que vai ocasionar o aquecimento”. Então me digam, além da elevação da concentração, o que podemos identificar nestas falas?

Aluna_G: as falas estão certas.

(...)Professora (apresenta o trecho de um diálogo no debate e pede para os alunos comentarem), Aluno_J perguntou: “Então, no caso esses gases teriam que estar aumentando a temperatura?” e a Aluna_MA: “Seria um dos principais gases e não só ele”. Vocês acham que têm alguma coisa de errado nisso aqui? [se referindo ao diálogo entre os dois alunos]

Aluna_MA: não, estou só explicando.

Aluno_J: na verdade eu fiz essa pergunta justamente para ela explicar (se referindo a Aluna_MA).

Professora: (lendo a fala do Aluno_J): “Então, logo esses gases, são gases quentes e esquentam a Terra. É isso?”

Aluna_ML, Aluna_MA e Aluna_G: está errado. Ele fala como se a Aluna_MA concordasse com ele.

Aluno_J: é porque foi o que eu entendi. (2019)

Adicionalmente, segue um diálogo em que a professora questiona se a estratégia utilizada pelo aluno J, durante o Debate, foi a de levar as colegas a errarem e ele responde:

Aluno_J: professora, eu vou dizer uma coisa, é porque eu já conheço a menina. Eu sei que ela tem um temperamento forte e, quando fica nervosa, começa a errar.

Aluna_MA: exato. É isso mesmo. Me deixaram nervosa.

Professora: olhe Aluno_J, não é uma boa estratégia essa de forçar o erro. E forçar o erro para vocês não adiantou de nada, porque ela errou aqui, mas mais na frente ela consertou”. (2019)

Neste diálogo, inferimos o elemento ‘Lugar’ como sendo um lugar de Qualidade em

que os alunos buscam sustentar a ‘honestidade intelectual’ como um valor, alertando que, a estratégia utilizada pelo grupo não era eticamente adequada.

Em adição, no eixo técnicas de argumentação o Orador busca, por meio do argumento, envolver o Auditório. Portanto, o elemento ‘argumento de ligação’ se apoia nas relações entre os conceitos. Particularmente, nos diálogos analisados, foi possível identificar expressões de reconhecimento positivo (tais como: muito bem ou está correto) quando o alunado utilizava as relações entre os conceitos. Tais expressões, a nosso ver, não sinalizam uma argumentação com vistas a elevar a adesão a uma dada tese reconhecida pelo alunado. Neste caso, uma possível inferência, pode se referir a um entendimento de que não é necessário elevar a adesão de teses já aceitas, e sim focar naquelas que não se apoiam no conhecimento científico. Já o elemento de ‘argumento de dissociação’ busca elevar a adesão a teses contrárias às aquelas aceitas pelos interlocutores e, para tal, utiliza a separação de conceitos científicos que estão vinculados/utilizados de forma inadequada. No trecho a seguir, observamos o diálogo sobre o efeito do sol na variação de temperatura, em que uma aluna defende a tese de que o sol é uma bolsa de fogo:

Episódio 13: professora apresenta um trecho da fala da aluna_M e pede para os alunos comentarem.

Professora: a Aluna_M rebate a fala do colega afirmando que ‘e sobre você falar da radiação solar, a pesquisa feita em 2011 diz que no sol existem alguns gases que estão ficando mais frios, mais frios relativamente. Porque o sol, realmente, é uma bola de fogo. Mas, em alguns lugares a temperatura do sol baixa...”. Tem alguma coisa de errado aqui neste diálogo? Pergunta a professora. (2019)

Parte do alunado concorda com a tese do sol ser uma bola de fogo e que a atividade dos gases tem levado ao resfriamento, por isso, tem influência na variação de temperatura em alguns locais. Assim, o diálogo segue e a docente utiliza elementos de argumento de dissociação dos conceitos envolvidos para buscar a adesão do Auditório a uma tese contrária a que eles estão aceitando:

Professora: o que é fogo, gente?... vamos definir fisicamente o que é fogo.

Aluna_M: fogo é quando tem oxigênio, mas dois carbonos que dá o

Aluno_J: não mas, é fisicamente, não quimicamente.

Professora: mas, isso funciona, você falou combustão, oxigênio.

Aluna_M: que tem assim, alguma coisa que pegue fogo e, é... alguma fonte de energia que possa fornecer calor.

Professora: certo. Mas, o fogo ele é o que? Ele é o oxigênio?

Aluna_M: não, ele é a queima do produto ... mais quando é com o oxigênio.

Professora: mas, ele não é o oxigênio?

Aluna_T: é o quê?

Professora: o fogo é alguma substância?

Aluna_D: ele é um elemento da natureza.

Aluna_D2: eu acho que é uma substância sim.

Aluna_D: fogo é oxigênio.

Aluna_G: fogo não é matéria porque fogo não se pega.

Professora: fogo não é matéria porque fogo não se pega. Ar se pega?

Aluna_G: Não.

Professora: mas, o ar é matéria.

Aluna_G: sério?

Professora: Yes.

Professora: ar é matéria gente. Vocês aprendem isso no primeiro mês de química.

Professora: ei, vamos fazer o seguinte: eu consigo encher uma coisa de ar?

Alunos: sim, pode, consegue.

Professora: eu consigo encher alguma coisa com fogo? Guardar fogo em algum lugar?

Alunos: não.

Professora: eu consigo guardar o ar em algum lugar?

Aluna_M: é uma reação química

Aluna_G: é uma substância.

Professora: Vamos chegar lá. Vamos diferenciar o fogo do ar. Eu tenho fogo, eu não consigo guardar em um recipiente. Eu tenho ar e eu consigo guardar em um recipiente. Ar é matéria por quê? Porque ar tem duas coisas muito importantes que matéria tem que ter: massa e volume. Tem massa e ocupa lugar no espaço. Eu consigo pesar ar. O ar tem massa e eu consigo encher alguma coisa de ar. Consigo preencher um volume com o ar. Eu não tenho como fazer isso com o fogo. Então, o fogo não é matéria. Só existem dois tipos de coisa na natureza. Se uma coisa não é matéria ela é energia.

Aluna_G: energia então.

Professora: uma coisa ou ela é matéria ou é energia. Fogo não é matéria, fogo é energia. É igual os “porquê” que eu expliquei hoje. Se não é um é outro.

Professora: viu gente? Ou seja, quando você diz assim: o sol realmente é uma bola de fogo. Então, não é para ter matéria no sol. Só é para ter energia. O sol é feito inteiro de energia?

Aluna_D: Não.

Professora: o Sol tem matéria? Qual é a substância que tem no sol? A Aluna_G sabe.

Professora: qual substância que tem no sol? A gente falou disso em uma aula.

Aluna_G: Foi, eu perguntei: professora, como o Sol tinha se formado. Não sei, era ...

Professora: É hidrogênio. O que tem no sol é hidrogênio e hélio. Então, o sol não é uma bola de fogo. O sol é uma bola que basicamente é formada, na maior parte, de hidrogênio e de hélio. Não é uma bola de fogo.

Aluna_G: é formado por hidrogênio e hélio. (2019)

O caminho argumentativo adotado pela docente é na distinção dos conceitos matéria e energia. Portanto, ao buscar no diálogo dissocia e expõe a fragilidade da tese aceita pelo Auditório em aderir a tese de que o sol não é uma bola de fogo. Por outro lado, o processo argumentativo da docente ao não associar a conversão de matéria em energia, pode levar ao entendimento de que são entidades separadas. Nossa inferência é que o foco inicial da docente era o de apontar a fragilidade da tese aceita por outra cientificamente adequada.

Cabe aqui apontar que, no acompanhamento deste processo, não se pode afirmar que ocorreu a persuasão ou o convencimento, pois seria necessário identificar ações ou discursos diferentes para além do contexto da sala de aula, que apontassem a adesão a tese do Orador. No entanto, o que podemos afirmar é que a técnica argumentativa utilizada neste diálogo foi de um argumento de dissociação.

Conclusões

Ao retomar nosso questionamento inicial: Que características da Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca podem ser transpostas para analisar o caráter argumentativo do discurso do professor diante de seus alunos em sua prática profissional? É possível afirmar que alguns estão presentes no processo argumentativo. Observamos a intenção explícita da docente (Orador) em elevar a adoção de uma dada tese por parte do alunado (Auditório) por meio do convencimento ou persuasão. O Contato com os Espíritos foi propiciado pela dinâmica adotada em promover um debate e, posteriormente, em avaliar os argumentos utilizados neste debate. Esta dinâmica, apesar de não ser nossa intenção neste estudo,

sinaliza um processo metacognitivo de reflexão sobre os argumentos utilizados. É neste processo que os valores e a hierarquia são reconhecidos pelos membros do Auditório. Na atividade analisada, a docente emprega o argumento de dissociação dos conceitos para confrontar uma tese aceita pelo Auditório.

Do ponto de vista teórico, a prática docente busca estratégias próprias (o poder do convencimento, o entendimento da argumentação como raciocínio plausível, produto da reflexão coletiva) para persuadir e/ou convencer o alunado a reconhecer o conhecimento científico aceito pela comunidade para explicar determinados fenômenos. Do ponto de vista metodológico, a Teoria da Argumentação de Chaïm Perelman e Lucie Olbrechts-Tyteca pode favorecer estudos futuros sobre as técnicas de argumentação adotadas no contexto da sala de aula. Por outro lado, apesar da Teoria da Argumentação auxiliar na compreensão de características do discurso argumentativo do Orador para convencer ou persuadir um dado Auditório, reconhecemos algumas limitações, entre elas, a fragilidade com relação a estudos sobre a estrutura do produto do processo argumentativo ou ainda na qualidade do argumento para persuadir ou convencer.

Agradecimentos

A professora e aos estudantes por sua generosa colaboração neste estudo. O presente estudo foi realizado com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ (Processo 308932/2020-0).

Referências

- Araújo, A. O. e Mortimer, E. F. (2009). As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de Química. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil.
- Azevedo, M. L. S. e Silva, M. G. L. (2019). Uma proposta para desenvolver a habilidade cognitivo-linguística (explicar) em aulas de química utilizando a estratégia P.O.E. (Prever-Observar-Explicar). *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, 4(8), 615-632. Em: <https://doi.org/10.31417/educitec.v4i08.507>
- Daher Júnior, P. A. R. (2016) *A redução da maioria penal e os elementos argumentativos do gênero justificção do projeto de emenda à constituição nº 171/93*. 105f. [Dissertação de Mestrado em Letras – Linguagem, Cultura e Discurso], Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR), Minas Gerais, Brasil.
- Duschl, R. A. (2007). Quality Argumentation and Epistemic Criteria. Em Erduran, S. e Jiménez-Aleixandre, M. P. *Argumentation in Science Education: perspectives from classroom-based research*. (pp. 158-178). Springer.
- Erduran, S. e Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007) *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Springer

- Franco, L. G. e Munford, D. (2020). O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidade de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 687-719. Em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>
- Frank, D. (2011). 1958 and the Rhetorical Turn in 20th-Century Thought. *The Review of Communication*, 11(4), 239-252.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. e Agraso, M. F. (2006) A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. *Educação em revista*, (43), 13-33.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Erduran, S. (2007) Argumentation in Science Education: An Overview. Em Erduran, S. e Jiménez-Aleixandre, M. P. *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. (pp. 3-28) Springer.
- Kelly, G. (2008). Inquiry, Activity and Epistemic Practice. Em Duschl, R., e Grandy, R (Ed.) *Scientific Inquiry. Recommendations for Research and Implementation*. (pp. 99 a 117). Sense Publishers.
- Lemgruber, M. S. (1999). Razão, pluralismo e argumentação: a contribuição de Chaim Perelman. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 6(1). Em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59701999000200005>
- Moraes, R. e Galiuzzi, M.C. (2006). Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*. 12(1), 117-128.
- Oliveira, H. S. J. e Oliveira, R.J. (2018). Retórica e argumentação: contribuições para a educação escolar. *Educar em Revista*, 34(70), 197-212. Em: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.52510>
- Pereira, G. F. S., Nunes, J. M. V. e Freitas, N. M. S. (2020). Argumentação no ensino de ciências: Ponderações Analíticas à luz da Teoria de Chaïm Perelman e Olbrechts-Tyteca. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20. Em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u653685>
- Perelman, C. e Olbrechts-Tyteca, L. (2014). *Tratado da argumentação: a nova retórica*. Tradução de Galvão, M. 3ed. Martins Fontes.
- Pessanha, J. F. (2014). Chaïm Perelman e o combate a retórica da eficácia dos sofistas. *Opinião Jurídica*. 13(25), 191-202. Em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ojum/v13n25/v13n25a12.pdf>
- Sandoval, W. A. e Morrison, K. (2003). High School Students' Ideas about Theories and Theory Change after a Biological Inquiry Unit. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(4), 369-392.
- Silva Júnior, G. A. (2019) *Elementos de elaboração argumentativa docente na sala de aula: uma proposta de análise à luz da teoria de Perelman e Olbrecht-Tyteca*. [Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática]. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. Em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/28638>
- Silva Júnior, G. A., Silva, M.G.L. e Santos Silva, L.C. (2021). Contribuições da Teoria da Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca para o Ensino de Ciências. *Anais do 11º Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, 1-10, Lisboa, Portugal. Em: <https://congresoenseciencias.org>

- Silva, M.L.M. e Silva, M. G. L. (2016) Argumentação no ensino de biologia: uma experiência no ensino médio. *Actio: Docência em Ciências*, 1(1), 70-86. Em: <https://doi.org/10.3895/actio.v1n1.4745>
- Silva, M. G.L., Bargalló, C. M. e Prat, O. (2017). Analisis de las dificultades de futuros docentes de química al leer críticamente un artículo de prensa. *Educación e Pesquisa*, 43(2), 535-552. Em: <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201704161715>
- Sousa, T. B. e Malheiro, J. M. S. (2019). Análise das técnicas argumentativas da teoria da argumentação a partir da aprendizagem baseada em problemas em um curso de férias. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 21. Em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210109>
- Zambrano, T. F. e Llanera, M. C. (2012) La argumentación en clases universitarias de física: una perspectiva retórica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 153-174. Em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/254508/391055>

Forma de citar este artigo

Silva Júnior, G. A. e Silva, M. G. L. (2024). Atividade Argumentativa em Aulas de Química: Uma Análise a Partir da Teoria de Perelman e Olbrechts-Tyteca. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 246 - 263. <https://doi.org/>



Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: aportes para repensar la práctica docente

- Epistemological Elements for Scientific Culture: Contributions to Rethink Teaching Practice
- Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: contribuciones para repensar la práctica docente

Resumen

Este artículo de reflexión forma parte de los avances teóricos de la Tesis Doctoral titulada “La cultura científica en la formación docente en ciencias. Aproximación a modelos intersubjetivos” desarrollada en el marco del Doctorado en Ciencias Humanas de la Universidad de Talca (Chile). En este, se caracterizan y analizan rasgos epistemológicos y didácticos que, desde la práctica del docente, podrían tributar de manera sustancial a la cultura científica. Desde un ejercicio hermenéutico surgieron elementos epistemológicos que asignan un papel trascendente al docente y su práctica educativa: 1) reconocer lo latente: educar en ciencias, teniendo como fin la construcción de la cultura científica implica superar las interacciones y experiencias que ocurren en el plano experiencial fenoménico, y dar mayor importancia a las estructuras profundas que contienen los modelos culturales, patrones interpretativos que soportan la didáctica; 2) promover la Verstehen: la comprensión de la ciencia y el conocimiento científico debe darse de manera inductiva; es decir, partiendo de la realidad y no de la teoría; 3) complejizar e integrar disciplinas: implica superar la visión parcial o segmentada de la realidad, dando paso a perspectivas complejas e interdisciplinarias; 4) valorar la unicidad: convoca a considerar a la ciencia que se enseña como un componente cognoscitivo de la cultura permeada de contexto e historia. Estos son rasgos que robustecen lo pertinente de una educación donde el docente es un intelectual público que emplea competencias dialógicas, ubicando al conocimiento científico en el marco de los desafíos actuales, entre ellos, la construcción de la cultura científica.

Palabras clave

ciencia; cultura científica; didáctica; educación; epistemología

Francisco Javier Pérez Rodríguez* 
Sebastián Donoso Díaz** 

* Doctor (C) en Ciencias Humanas. Facultad de Psicología e Instituto de Estudios Humanísticos, Universidad de Talca, Chile. Profesor de Química y Magíster en Educación Superior upel-Venezuela. Francisco.perez@utalca.cl

** Doctor en Educación. Profesor investigador del Instituto de Investigación y Desarrollo Educacional de la Universidad de Talca (Chile). sdonoso@utalca.cl



Abstract

This reflection article is part of the theoretical advances of the Doctoral Thesis titled “Scientific Culture in Teacher Training in Sciences. Approach to Intersubjective Models” developed within the framework of the Doctorate in Human Sciences at the University of Talca (Chile). In this paper, epistemological and didactic features that could substantially contribute to scientific culture from the teacher’s practice are characterized and analyzed. From a hermeneutical exercise, epistemological elements emerged that assign a transcendent role to the teacher and the educational practice: 1) recognize the latent: educating in sciences, with the purpose of building scientific culture implies overcoming the interactions and experiences that occur on the phenomenological experiential level, and giving greater importance to the deep structures that cultural models contain, interpretive patterns that support didactics; 2) promote Verstehen: the understanding of science and scientific knowledge must occur inductively, that is, starting from reality and not from theory; 3) complexifying and integrating disciplines : it implies overcoming the partial or segmented vision of reality, giving way to complex and interdisciplinary perspectives; 4) valuing uniqueness: it calls for considering the science that is taught as a cognitive component of culture permeated by context and history. These are features that strengthen the relevance of an education where the teacher is a public intellectual who uses dialogic competences, placing scientific knowledge in the framework of current challenges, among them, the construction of scientific culture.

Keywords

science; scientific culture; didactic; education; epistemology

Resumo

Este artigo de reflexão insere-se nos avanços teóricos da Tese de Doutorado intitulada “A cultura científica na formação de professores em ciências. Abordagem aos modelos intersubjetivos” desenvolvida no âmbito do Doutorado em Ciências Humanas da Universidade de Talca (Chile). Neste estudo, são caracterizadas e analisadas características epistemológicas e didáticas que, a partir da prática do professor, poderiam contribuir substancialmente para a cultura científica. A partir de um exercício hermenêutico, emergiram elementos epistemológicos que atribuem um papel transcendente ao professor e sua prática educativa: 1) reconhecer o latente: educar em ciências, com a finalidade da construção da cultura científica implica superar as interações e experiências que ocorrem no plano experiencial fenomênico, e dar maior importância às estruturas profundas que os modelos culturais contêm, padrões interpretativos que apoiam a didática; 2) promover Verstehen: a compreensão da ciência e do conhecimento científico deve ocorrer indutivamente; isto é, a partir da realidade e não da teoria; 3) complexificar e integrar disciplinas: implica superar a visão parcial ou segmentada da realidade, dando lugar a perspectivas complexas e interdisciplinares; 4) valorizar a singularidade: chamada para considerar à ciência que é ensinada como um componente cognitivo da cultura permeada pelo contexto e pela história. Esses são características que reforçam a relevância de uma educação onde o professor é um intelectual público que utiliza competências dialógicas colocando o conhecimento científico no âmbito dos desafios atuais, entre eles, a construção da cultura científica.

Palavras-chave

ciência; cultura científica; didática; educação; epistemologia

Introducción

Si partimos de la idea de que la ciencia es un componente cognoscitivo de la cultura, entonces esta ha de formar parte de un continuo inescindible. En consecuencia, tanto en su enseñanza como en su aprendizaje no debiese existir un hiato entre lo cognoscible y el marco social, histórico y contextual que acompaña a lo científico. Desde diversas áreas —entre ellas la educación científica— se ha cuestionado y puesto en tela de juicio una concepción heredada y hegemónica de naturaleza moderna, donde la ciencia se concibe como una expresión del intelecto y saber humano, caracterizada por ser funcional, utilitaria, benévola y neutra, situada por encima de otras intelecciones (Certeau, 1997; Latour, 2013). Esto ha implicado desmontar planteamientos epistemológicos y socio-filosóficos que han develado una matriz generadora de conocimiento, o bien episteme (Moreno, 2005), que desde la óptica moderna soporta un carácter o posición a favor de la ciencia como expresión de la cultura científica dominante.

Es así como esta —la cultura científica— tiene en la educación un componente sustancial de su raíz, en la cual los sujetos que forman parte de ella —en particular los docentes especializados— son actores estratégicos en la preservación de una coherencia intelectual moderna (Campos, 2022; Figueroa *et al.*, 2020). Desde el abordaje de concepciones, percepciones, conocimientos y prácticas del proceso formativo se ha buscado explicar —en parte— diversos hechos que acontecen en el plano experiencial-fenoménico, los cuales constituyen representaciones intencionales de los significados. Sin embargo, lo trascendente e importante en el proceso educativo es lo subyacente al fenómeno y a la práctica de la enseñanza y aprendizaje. Para la comprensión y el debate de lo mencionado, es necesario

movilizarse del deficitario e insuficiente planteamiento de buscar explicaciones, hacia posturas que permitan la comprensión de los hechos en una visión más compleja e integral (Arias y Navarro, 2017; Mejía, 2020).

Frente a tal aseveración, se define como área sustantiva de información para la cultura científica al ámbito educativo. Considerar —como objetivo o sentido final de la educación científica— supera el nivel fenoménico de la práctica educativa y abre brechas a instancias donde se comprende la ciencia, el conocimiento científico y lo inherente a ello en otras esferas más allá de lo científico (Asencio, 2017; Camacho y Gómez, 2021; Martelo *et al.*, 2021). De tal forma, que la didáctica —como disciplina teórico práctica— se convierte en un campo ideal para el abordaje del componente socio cultural que acompaña a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Díaz *et al.*, 2020; Solbes *et al.*, 2017). En función a esto, la cultura científica no solo se trata de tenencia de conocimiento científico especializado o general, sino también de poder tener la perspicacia de considerar otros elementos que acompañan a lo científico, con una carga crítica y cívica (Vázquez *et al.*, 2019; Cofré *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2020). Es así como el desarrollo de esta disertación apunta a caracterizar y analizar algunos rasgos epistemológicos y didácticos que, desde una perspectiva naturalista, podrían sustentar a la cultura científica como sentido o razón de la educación científica en la contemporaneidad.

Para esto se realizó una revisión del estado del arte y una hermenéutica dialéctica a fin de construir argumentos con base en referentes clásicos destacados que, junto a otros planteamientos emergentes, pueden ser considerados en la enseñanza de la ciencia. Parte importante del debate actual demanda tomar posición epistemológica, por ende, en este documento se analizan elementos del

planteamiento científicista moderno desde sus cimientos y se establecen las críticas que lo confronta. Asimismo, se relaciona la cultura científica y la educación, resaltando el papel del docente y de su formación en el campo de la didáctica, echando mano de argumentos que buscan vincular lo práctico y lo epistemológico. Ambas ideas dan fundamento a una propuesta epistemológica que rebasa a lo ontológico y axiológico, dimensiones necesarias para la comprensión de la ciencia, el conocimiento científico y su enseñanza bajo una naturaleza crítica y cívica. Aquí, se esgrimen planteamientos distantes de los tradicionales y de concepciones heredadas, pues es una reflexión donde se incorporan al debate ideas distantes de vertientes tradicionales de las ciencias naturales y su enseñanza. De hecho, ideas originarias de las ciencias sociales y humanas se ponen sobre la mesa y se configuran argumentos en busca de enriquecer el debate. Finalmente, en este texto no se presenta una verdad finita sobre los rasgos epistemológicos y didácticos a considerar en el campo educativo en pro de la cultura científica, la intención dar argumentos que alimenten el debate y la reflexión al respecto.

Tesis y Argumentos

El planteamiento científicista y su crítica

Es hacia el siglo ^{xvi} de nuestra era —punto de inflexión del mundo occidental—, donde la lógica y la razón gestaron una racionalidad o forma de representación de la realidad con alta coherencia interna, sobresaliendo en este marco los aportes de Copérnico (postulado heliocéntrico), Galileo Galilei (lenguaje matemático), Descartes (pensamiento analítico y dualismo mente-materia), Bacon (método científico) y Newton (determinismo, causa-efecto), entre otros pensadores que formulan supuestos aún reconocibles en los campos de producción científica (Gribbin, 2006; Moreno, 2015). Al respecto, destacan la vía hipotética deductiva, el carácter reduccionista y la esencia newtoniana-cartesiana, la reproductividad, la fiabilidad y la naturaleza cuantitativa del conocimiento. Es así como se incluyen dentro de lo cognoscible, lo observable, medible y reproducible; descartados otros medios cognitivos y modelando la naturaleza analítica y deterministas del conocimiento científico en el siglo ^{xx} (Habermas, 1989; Martínez, 2006).

Es bajo estos supuestos que la humanidad organiza gran parte de los procesos cognitivos formales, haciendo de la ciencia un lenguaje con alta e incuestionada aceptación social y configurando una coherencia intelectual y estructural. Tal marco está constituido por una red de conceptos donde los científicos visualizan su campo de estudio especializado en la búsqueda de explicaciones causales (relación lineal causa-efecto). Este locus donde se sitúan las creencias metodológicas y teóricas se conoce como paradigma o forma compartida de ver y hacer las cosas (Kuhn, 2004). Este proceder del ver y comprender constituye la esencia del positivismo. Pues sobre este, el campo científico despliega su objeto de estudio, sus métodos y postulados, y genera una racionalidad compartida no

solo en sí misma, sino también —y allí se ubica su poder— en otras esferas de la sociedad (Moreno, 2015; Morín, 2001).

A partir de lo anterior se entiende el afán del campo científico en la búsqueda de orden y de regularidades en el contexto, orden que es reducido a partes, fragmentado y estudiado por parcelas disciplinares. Allí los expertos emplean fundamentos y lenguajes hiper-especializados que generan en la mente humana la búsqueda de regularidades y de orden, mediante semejanzas y/o diferencias. Este proceso se desarrolla con el uso de teorías o representaciones, visiones y perspectivas sobre el contexto, y que son entendidas como grandes ismos o planteamientos irrefutables, dogmas y creencias, tanto en lo científico como en lo general (Martínez, 1999, 2004; Morín, 2001, 2012).

Desde esta óptica, la ciencia trae consigo una carga performativa e ideologizante, siendo un mito fundacional la neutralidad axiológica, esto pese a que existen miradas muy potentes y aceptadas por el campo científico, las cuales validan una asepsia instalada sobre la teoría científica acerca de cierta neutralidad (Bunge, 1996; Escobar, 2021; Monarca, 2021). En este sentido, se configura una fuerte credibilidad y confianza sobre la ciencia y el conocimiento científico, pues grandes pensadores han formulado revolucionarias ideas que resultan inmutables y verdaderas *per se*. Tal idea es replicada en gran medida en la educación científica, donde se vierte el pensamiento y el aprendizaje a la teoría que es probada una y otra vez (Oreskes, 2021).

Ante los cuestionamientos que se han cernido sobre la concepción moderna de ciencia, se ha develado que esta resulta insuficiente considerando la naturaleza compleja y reticular que poseen los problemas de las diversas esferas de la vida planetaria en la contemporaneidad. Parece que “explicar” no basta, hay que “com-

prender” (Maturana, 1992; Morín, 2012). Al respecto, Morín (2001) considera que existe “una falta de adecuación grave y profunda entre los saberes disociados, parcelados, compartimentados en disciplinas con las realidades o problemas cada vez más pluridisciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, planetarios” (p.13). De tal forma que, considerando lo anterior, hablar de cultura científica se vuelve aún más importante y pertinente, pues es en el marco de los problemas reales y sustanciales de estos tiempos que adjuntar una carga cívica y crítica sobre el avance de la ciencia y conocimiento científico traerá consigo una sociedad con una cultura científica correspondiente a las realidades que los aquejan y para las cuales la educación científica es trascendente.

Lo anterior se evidenció en el texto *Primavera Silenciosa*, de Raquel Carson (1962), donde, además de cuestionar la visión antropocéntrica de la humanidad frente a la naturaleza, se expuso al campo científico como no neutral en lo político, ideológico y social-cultural (Sauvé, 2013). A la luz de este antecedente tan importante, que vincula el campo científico con los problemas ambientales, queda en evidencia que lo imperativo no es solo producir más ciencia, sino también repensar la ciencia que se practica y enseña. Esta reflexión, además de abrir espacios y brechas, donde las ciencias sociales, humanas y la educación tienen asidero, permite exponer fenómenos que resultan sensibles para la humanidad hoy en día, y que ameritan ahondar en instancias del pensamiento, más que abordar lo fenoménico (Vessuri, 2014, 2020).

Sobre la cultura científica y la educación

Pese a que instituciones supranacionales, estados, naciones y equipos de académicos

e intelectuales han investigado y aportado en el área de la cultura científica desde hace al menos sesenta años —esto en pro de mejorar la imagen de la ciencia—, permanece presente una desconexión histórica entre la ciencia y el gran público. Parte de las razones se relacionan con que la atención se ha centrado en lo cognitivo, teórico e instrumental; la cultura científica se ha acotado a lo escolar e intelectual (Campos, 2022; Fernández *et al.*, 2016). Por esto, aún predomina una visión que concibe a la ciencia como una esfera aislada —y más importante— de otras expresiones del intelecto humano (Gutiérrez *et al.*, 2018; Snow, 1977). Esta forma de ver a la cultura científica es denominada por Gómez (2012) como *modelo canónico*, óptica desde donde se valora el conocimiento erudito y la cultura científica, la cual se determina desde la tenencia o el déficit de tal conocimiento (Gómez, 2012; Lima y Giordan, 2021).

Un aparataje comunicacional —incluida la educación— enaltece a la ciencia como un objeto propio con un fin en sí mismo. En esta prima factores intelectuales y científicos por encima de los sociohistóricos, modelando concepciones y visiones deformadas de la misma (Chade, 2014; Vessuri, 2020), entonces, es razonable que aún sean evidentes las “discrepancias entre lo que los científicos piensan que es importante, lo que los científicos creen que el público percibe como importante, y lo que es realmente importante para el público” (Zaelzer, 2020, p. 1). Esta última aseveración convoca a la reflexión sobre lo insuficiente que resulta abordar a la cultura científica solo mediante políticas públicas con dígitos, gráficas y comparaciones, pues estos son prácticas de investigación que se fundamentan en concepciones heredadas —que ya se han mencionado— sobre el conocimiento y la investigación científica. Prueba de esto es que la cultura científica ha sido estudiada por comparaciones entre naciones, avances en el acceso al conocimiento científico, inversión y gasto público, impacto de la inversión en ciencia, percepciones y niveles de cultura científica. Por tradición, en estos estudios, así como en aquellos donde se abordan conceptos afines a la comunicación y divulgación de la ciencia, se ha asumido una óptica unívoca y universal de la realidad, pues predomina la idea de una sola cultura científica, ya sea global o universal, donde prima lo cognoscitivo, o bien lo meramente científico, por encima de otros aspectos contextuales como los socioculturales, históricos y ambientales (Arteaga *et al.*, 2020; Chade, 2014; Weirich y Sutil, 2018).

Lamentablemente, en el campo educativo se ha promovido y acentuado tal tendencia mediante la primacía de las teorías y conocimientos ya probados, que desde la enseñanza —en especial la de orden científico— se concretiza en la cultura científica. Este hecho se fundamenta en un proceso virtuoso o bien una trivialización del aprendizaje: el aprendiz es un sujeto pasivo o educable y el docente está dotado de un conocimiento cargado de rasgos recetarios y doctrinarios, carentes de contexto (Almeida, 2021). De esta forma, se construyen, a partir del discurso científico, relaciones de hegemonía, en tanto se valora la repetición de verdades acabadas, inhibiéndose la duda y el cuestionamiento, bancarizando el conocimiento y alejando la posibilidad de una pedagogía crítica

y emancipadora (Freire, 2007; Russo, 2015; Hernández, 2018). Mediante estos procedimientos la educación reproduce el capital cultural y resguarda instancias de poder fundamentado en la posesión o no del conocimiento científico, en la negación de otras expresiones del intelecto humano, y en la supremacía de visiones conservadoras que se resisten a los enfoques emergentes (Bourdieu, 2002). De hecho, en el proceso educativo poco se cuestiona sobre la perspectiva de ciencia que se enseña: ¿cómo esta se enseña? y ¿para qué se enseña ciencia? Al respecto, el docente no asume su labor como intelectual público, a razón de no haber asidero para la dimensión dialógica de su quehacer (Russo, 2015), mientras el estudiante está inmerso en un proceso de alienación subjetiva y colectiva que atenta contra la supervivencia de la humanidad en medio de esta crisis de pensamiento (Freire, 2005).

Es evidente que las tendencias conservadoras son elementos epistemológicos desafiantes para la educación científica en la construcción de la cultura científica y también para la movilización social que debería generar la educación científica (Campos, 2022). Siguiendo la idea de Bacherland (1948), tales desafíos contraponen el espíritu científico desde posturas conservadoras y poco interrogadoras. Ante esto, queda inhibida en la formación científica la pluralidad y su naturaleza dialógica, y también las iniciativas discrepantes de las visiones tradicionales. Sin embargo, desafiar estas posturas tradicionales demanda, paradójicamente, más ciencia y mayor educación en busca de generar una masa crítica para superar lo que se ha impuesto con poder e ingenuidad (Martelo *et al.*, 2021; Zemelman, 2005).

Esto implica situar la práctica docente y la educación científica en el marco de los desafíos y problemas reales de la sociedad. Resulta

estratégico para el docente cuestionar su praxis y la educación en sí, buscando una formación científica pertinente y comprehensiva que responda a las demandas contextuales (Asencio, 2017; Morales *et al.*, 2022). En este punto es vital desarrollar ideas que soporten a la cultura científica desde una mirada epistemológica y didáctica (Camacho y Gómez, 2021; Cofré *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2020). Es imperativo que se reconozca la valía de la educación en la construcción colectiva de la cultura científica, pues es desde allí donde la misma configura su naturaleza o esencia como plataforma social y cultural, como mediador social y fundamento epistemológico de la comunicación y divulgación de la ciencia (Arias y Navarro, 2017; Sánchez y Macías, 2018).

Discusión epistemológica

Enseñar ciencia con la intención de aportar a la construcción colectiva de la cultura científica implica promover conciencia epistémica en los sujetos actuantes, en especial en los docentes, a razón de lo imperativo de su labor como intelectuales públicos (Freire, 2007; Zemelman, 2005). Naturalmente, esto es desafiante, pues en la enseñanza de las ciencias predominan tendencias conservadoras basadas en concepciones que apuntan a la reproducción y reducción del conocimiento a una imagen especular de la realidad, así como a la hegemonía de la teoría científica (Hernández, 2018; Martínez, 2022; Martínez, 2010; Moreno, 2015). Debido a esto, para tal conciencia epistémica podrían tomarse en consideración algunas posturas y decisiones epistemológicas:

Redimensionar algunos elementos epistemológicos: es imperativo que los rasgos epistemológicos que soportan la enseñanza de la ciencia, en pos de una racionalidad científica que interprete con rigor, respondan al surgimiento

de una conciencia discontinua y no lineal, que den cabida a las diferencias y al diálogo (Martínez, 2010; Prigogine, 1996). Epistemológicamente hablando, significa superar la ilusión de un saber garantizado y absolutista, apostando a la finitud e incompletitud del conocimiento, pues lo imperativo en la enseñanza de la ciencia no es buscar mecanismos para explicar generalidades ni relaciones causales, para así probar y certificar una teoría, ni tampoco salvaguardar la coherencia intelectual que ha traído consigo tal hegemonía de la teoría científica (Najmanovich, 2008). En tal sentido, hacer o construir cultura científica no es dar respuestas con verdades y/o argumentos probados, sino generar mayores interrogantes en los sujetos actuales del proceso formativo. No se trata de dar respuestas prefabricadas, sino de promover el cuestionamiento (Constenla *et al.*, 2022). Esto implica reconocer a la teoría como punto nodal de la racionalidad científica, la cual tiene una naturaleza o bien carga performativa, institucional y de universalidad. En este momento es necesario superar esta primacía que existe en la educación científica, donde lo importante está en explicar desde la generalidad y establecer relaciones causales para probar y certificar una teoría (Hernández, 2018).

Naturalmente, esta movilización resulta desafiante para un docente de ciencias formado en el marco de concepciones tradicionales donde el conocimiento especializado está configurado en paquetes conceptuales, que recibe una visión sociocultural que promueve una cultura pro-científica. Entender a la ciencia que se enseña como un componente cognoscitivo de la cultura demanda una reflexión profunda de los sujetos actuantes en el proceso formativo, buscando una postura crítica y cuestionadora frente al conocimiento científico: lo que implica *reconocer lo latente*. Concepciones heredadas en la educación científica, y en la investigación en ciencias de la educación, asignan mayor valía e importancia a la práctica educativa o bien al fenómeno observado (Lévy, 2021). Por ende, tributar a la cultura científica, implica dar mayor interés a los elementos epistemológicos y socio-filosóficos que soportan la práctica, pues el debate real está allí (Arias y Navarro, 2017; Lima y Giordan, 2021).

La educación científica debe traer a colación un fundamento de las ciencias del espíritu: ante un escenario donde se han cuestionado de manera sistemática concepciones heredadas de la ciencia, promover la Verstehen, es decir, la comprensión del fenómeno, debe ser una tarea necesaria. La Verstehen se convierte en un principio fundamental, no solo para comprender en un nivel personal los motivos y creencias que están detrás de las acciones de la gente, sino para que, desde la semántica, sea posible superar el coto de analizar, sintetizar y dar cabida a la comprensión del conocimiento (Moreno, 2015). Con esto no se renuncia a las explicaciones causales de los fenómenos, pues estas son importantes para el entendimiento de algunos fenómenos naturales —de hecho, hay objetos de conocimiento que, por razones didácticas, justifican su explicación—, pero el docente debe tener claro que esto es insuficiente para comprender acontecimientos del contexto que son objetos de estudios de la ciencia. Esto implica que la educación

científica apunte al *comprender* como conocimiento y momento no metodológico. Es así como comprender supera la objetividad, pues con ello se reconoce al conocimiento científico junto a una inescindible carga axiológica y performativa. En consecuencia, la cultura científica se ha de construir bajo un espíritu de cuestionamiento y demanda de la sociedad al campo científico (Velázquez, 2020). Así, esto lleva a considerar diversas aristas, que usualmente no son plenamente revisadas, como lo sociocultural, histórico y contextual. A la luz de lo anterior, estos componentes intervienen en el contexto, asumiendo que la naturaleza de la cultura científica responde a una episteme crítica de lo moderno, pues la visión naturalista imposibilita la neutralidad y asepsia de lo científico frente al contexto.

Educación para tributar a la cultura científica implica complejizar e integrar: se trata de no reducir los fenómenos a variables observables desde una disciplina en particular, sino aumentar su complejidad desde el contexto, cuando corresponda, considerando las particularidades y autenticidades del escenario para incorporando (Carranco, 2019; Vázquez *et al.*, 2019). Para esto, los docentes deben salir de la zona de confort del pensamiento teórico y adentrarse en el contexto, para que, desde la realidad, emerjan las necesidades del conocer y de las habilidades a obtener (Figuerola *et al.*, 2020; Zemelman, 2005). Asimismo, esto implica inhibir una práctica común de la ciencia y su enseñanza como es la fragmentación de la realidad. Apostar a la educación científica equivale a no fragmentar la realidad, las personas o los escenarios, sino a considerarlos desde lo holístico y desde la continuidad, superando ideas instauradas basadas en la discontinuidad y la visión cartográfica de la realidad (Latour, 2013). Por supuesto que esto es desafiante, entendiendo que “analizar” es una práctica científica habitual de la ciencia

moderna y que está enquistada en la dinámica de producir y enseñar ciencia.

Concretizar y tributar a la cultura científica desde la educación significa tener una visión horizontal y reconocer otras miradas al margen de lo disciplinar, a fin de superar la visión cartográfica sobre el conocimiento científico que ha prevalecido. Es común que en las ciencias naturales los docentes e investigadores se atrincheren en sus zonas de confort o disciplinas en las cuales son especialistas (Follari, 2022). En consecuencia, se necesita una visión interdisciplinaria y compleja, en la cual se logren identificar los espacios entremedios donde surge la inquietud y el fenómeno responsivo de lo interdisciplinar. De esta forma, dar una carga interdisciplinaria a la educación científica no ha de surgir de manera casual y caprichosa, sino por la necesidad de comprender un acontecer desde diferentes ópticas. Configurar una visión de esta naturaleza demanda pluralidad y una postura más naturalista que dé valía al contexto y que demande la confluencia de diversas disciplinas (Follari, 2022; Vilsmaier *et al.*, 2017). Este sentido es fundamental para reconocer a la ciencia que enseña como un componente cognoscible y cognoscitivo de la cultura. Es decir, la ciencia que el docente enseña podrá resonar en el contexto cultural donde se crea, desarrolla y reproduce, pero a su vez dicha ciencia que enseña es influenciada por la sociedad y ese mismo contexto (Vessuri, 2014, 2020). A pesar de resultar paradójico, podría ser una forma de superar la hegemonía de la teoría científica y convertir en un nuevo punto nodal que conjugue la teoría científica y el contexto.

Reconocer la unicidad: en esta propuesta, la unicidad se soporta en dos ideas: 1) superar la desconexión histórica entre la ciencia y el gran público, acortando el sesgo entre la ciencia que se enseña y las demandas sociales y culturales (Campos, 2022; Pérez y Donoso,

2023); y 2) pensar la ciencia más allá de las generalidades propias de su enseñanza, a fin de dar espacio para las particularidades socioculturales (Mejía, 2020; Olivé, 2006; Vessuri, 2020). Tal postura trae consigo la necesidad de reconsiderar algunas formas de visualizar la ciencia en su contexto, e incorporar en el debate varias ideas que acceden a lo ontológico. En tal sentido, más que contextualizar y complejizar, incorporando variables y factores, se trata de reconocer nuevas formas de abordar el contexto. De nada sirve —y no habrá una movilización epistemológica—pretender dar contexto a la ciencia que se enseña si predominan las nociones de centro, frontera, jerarquía y linealidad (Silva, 2022).

Conclusiones

Este documento sitúa a la cultura científica en una instancia epistemológica y didáctica de la educación —en especial la científica—, hecho que trajo consigo la formulación de diversos planteamientos e ideas que no se exponen como verdades acabadas o absolutas, sino como aportes para el debate educativo contemporáneo. Primero, se han rescatado ideas ya desarrolladas en la bibliografía especializada que cuestionan e identifican como insuficientes a las tendencias tradicionales de la enseñanza de las ciencias naturales en pos de la comprensión de los desafíos actuales. Asimismo, se han formulado argumentos que plantean a la cultura científica como un sentido de causa final de la educación en estos tiempos. De este proceso de revisión del estado del arte y hermenéutico se concluye que ambas proposiciones resultan desafiantes para los sujetos actuales del proceso educativo, en especial para los docentes, puesto que, en general, emergerán obstáculos que se deben sortear.

Primero, se debe sortear una tendencia tradicional, propia de las ciencias de la educación, donde el estudio sobre lo educativo se ha inclinado por el abordaje de la práctica educativa, incluyendo estrategias, recursos, materiales, tecnologías. Razón por la cual, es imperativo trascender más allá del fenómeno que se genera en la práctica docente e insertar el debate en lo epistemológico para la reflexión de la práctica y de los elementos que la soportan. Para esto es imperativo reflexionar sobre el acto educativo y sus cimientos como objetos de estudio desde las ciencias sociales y humanas, entre ellas la pedagogía.

Segundo, considerar la construcción colectiva de la cultura científica en el marco de la enseñanza de las ciencias, lo cual significa que esta sea concebida como cognoscible y cognoscitiva. En consecuencia, enseñar ciencia no es transmitir paquetes conceptuales coherentes a generaciones futuras, sino reconocer una carga histórica, social y contextual. Hoy en día, la educación científica ha de asignar una carga crítica y cuestionadora sobre el conocimiento científico, lo cual podría lograrse al situar la enseñanza de la ciencia en la realidad que viven. Por ende, el docente debería reconocer que esa ciencia no solo está constituida por lo científico, y no es exclusivamente el centro de lo cognoscible. Es necesario desmarcarse de las etiquetas propias del desarrollo

disciplinar y asumirse como pedagogo interesado en el aprendizaje de la ciencia, considerando lo adjunto a esto que provenga de otras dimensiones de la cultura humana.

Finalmente, todos estos argumentos implican la necesidad de que el docente lleve a cabo movilizaciones epistemológicas importantes y profundas que apunten a: 1) superar la supremacía del pensamiento teórico y virar hacia la comprensión de la realidad, 2) cuestionar la ciencia que se enseña e incentivar en otros tal cuestionamiento, 3) reconocer la trascendencia de una práctica educativa que apunte a tributar en la cultura científica como una construcción social colectiva. Estos elementos, además de reflexión, ameritan de un ejercicio de otredad y de trabajo conjunto, pues la naturaleza democrática, colectiva y plural de la cultura científica así lo demandan.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Doctorado Nacional de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile. También al Programa de Doctorado en Ciencias Humanas en la Universidad de Talca-Chile.

Referencias

- Arias, M., y Navarro, M. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(3). <https://doi.org/10.15517/aie.v17i3.29878>
- Arteaga, E., Maquila, L., Luis, J., Del Sol, L., Valdés, A. y Sol, D. (2020). Didactics alternatives for the inclusion of elements of historical in the teaching of mathematics in the middle school. *Revista Conrado*, 16(74), 22-29. <http://orcid.org/0000-0001-9902-2135>
- Asencio, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20(2), 282-296. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.7>
- Bacherland, G. (1948). *La formación del espíritu científico. Contribuciones a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Siglo XXI.
- Bourdieu, P. (2002). *Campo de poder, campo intelectual*. Jungla Simbólica.
- Bunge, M. (1996). *Ciencia, Ética y Técnica*. Editorial Sudamericana.
- Camacho, J. y Gómez, Y. (2021). Educación científica en y para la diversidad. En *Investigación en Educación Científica en Chile* (pp. 81-94). Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1tgwzfc.47>
- Campos, A. (2022). Comunicación efectiva de la ciencia: ¿qué es y cómo ayuda a los científicos a mejorar su carrera y cumplir objetivos de impacto social? Revisión de la literatura. *Hipertext.net*, 24, 23-39. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i24.03>
- Capra, F. (1982). *El punto crucial. Ciencia, Sociedad y Cultura naciente*. Editorial Estaciones.
- Carranco, M. (2019). El arte y la ciencia de compartir el conocimiento. *Revista Digital Universitaria*, 20(4). <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n4.a0>
- Certeau, M. (1997). *Culture in the plural*. University of Minnesota Press.
- Chade, P. (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). <http://hdl.handle.net/10498/15711> <http://reure-dc.uca.es>

- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). *La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- Constenla, J., Vera, A., y Jara, P. (2022). Actitudes y capacidades de los docentes frente a la innovación educativa. La mirada de los estudiantes. *Pensamiento Educativo: Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 59(1), 1-15. <https://doi.org/10.7764/PEL.59.1.2022.7>
- Díaz, M., Romero, M., Mardones, T., Castillo, S. y Sequeida, R. (2020). Competencias didácticas para la formación inicial de profesores de Chile. Un análisis comparado. *Sophia Austral*, 25, 53-70. <https://doi.org/10.4067/S0719-56052020000100053>
- do Carmo, J. M. (2017). Development of an analysis model from the perspectives of science, individual and society in the teaching of science. *Revista Electronica Educare*, 21(1). <https://doi.org/10.15359/ree.21-1.12>
- Escobar, J. M. (2021). How to measure the social appropriation of science and technology: The definition of indicators as a problem. *Innovar*, 31(80), 153-166. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n80.93672>
- Fernández, P., Bello, A. y Massarani, L. (2016). *Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina. Estudios y documentos de política científica de ALC*. Oficina de Montevideo Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe. <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp>
- Figuerola, I., Pezoa, E., Elías, M. y Díaz, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(41), 257-286. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figuerola14>
- Follari, R. (2022). Interdisciplina. La evanescencia de lo imprescindible. *Investigación Interdisciplinaria. Enfoque, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 27-44). Universidad de Talca.
- Francisco, H. (2020). De la neutralidad valorativa a un nuevo pacto social entre ética, ciencia y tecnología. *Ciencia y Sociedad*, 45(3), 25-44. <https://doi.org/10.22206/cys.2020.v45i3.pp25-44>
- Freire, P. (2005). *Pedagogía de la Esperanza*. Siglo XXI.
- Freire, P. (2007). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI.
- Giroux, H. (1993). *Living dangerously: Multiculturalism and the politics of difference*. Peter Lang.

- Gómez, J. (2012). Cultura: Sus significados y diferentes modelos de cultura científica y técnica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 15-33.
- Gribbin, J. (2006). *Historia de la Ciencia*. Editorial Crítica.
- Gutiérrez, I., Peralta, H. I., y Fuentes, H. (2018). Cultura científica y cultura científico investigativa Scientific culture and scientific research culture. En *Humanidades Médicas*, 18(1).
- Habermas, J. (1989). *El discurso filosófico de la modernidad*. Safekat S.L.
- Hernández, D. (2018). *La teoría como punto nodal de una hegemonía racionalista*. 12(1), 138-155. www.fhuce.edu.uy/FacultaddeEducacao,UNICAMP. www.fe.unicamp.br
- Kuhn, T. (2004). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Latour, B. (2013). *Investigación sobre los modos de existencia*. Paidós.
- Lévy, J. (2021). On the Usefulness of the Human and Social Sciences for the Inhuman and Asocial Ones. *Versus*, 50(2), 325-330. <https://doi.org/10.14649/102002>
- Lima, G. y Giordan, M. (2021). From discursive reformulation to praxis of scientific culture: Reflections on science communication. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 28(2), 375-392. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>
- Lima, G. S. y Giordan, M. (2021). From discursive reformulation to praxis of scientific culture: Reflections on science communication. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 28(2), 375-392. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>
- Martelo, R., Marrugo, Y. y Franco, D. (2021). Educación y formación ciudadana: dimensiones filosóficas para su consideración. *Revista de Filosofía Universidad del Zulia*, 38(99), 602-612. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.5676414>
- Martínez, F. (2022). La enseñanza de la cultura científica en la escuela ¿Por qué falla?, ¿cómo mejorar? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(93), 629-646.
- Martínez, M. (1999). *La nueva Ciencia*. Trillas.
- Martínez, M. (2004). El proceso de nuestro conocer postula un nuevo paradigma epistémico. *Polis*. *Revista Latinoamericana*, 8. <https://journals.openedition.org/polis/6170>
- Martínez, M. (2006). *Ciencia y Arte de la Investigación Cualitativa*. Editorial Trillas.
- Martínez, M. (2010). *Nuevos paradigmas en la investigación*. Editorial ALFA.
- Maturana, H. (1992). *La objetividad, Un argumento para obligar*. Dolmes ediciones.
- Mejía, J. (2020). Epistemología de las políticas de ciencia y tecnología en América Latina. *Cinta de moebio*, 67, 14-25. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2020000100014>
- Monarca, H. (2021). Science, power and regimes of truth in access to teaching profession academic texts. *Education Policy Analysis Archives*, 29. <https://doi.org/10.14507/EPAA.29.5373>
- Morales, M., Acosta, K., y Rodríguez, C. (2022). El rol docente y la indagación científica: análisis de una experiencia sobre plagas en una escuela vulnerable de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 1-20. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2201
- Moreno, A. (2005). *El aro y la trama*. COMVIVUM PRESS.
- Moreno, A. (2015). *Obras completas. De camino a la trama. Temas epistemológicos*. El estilete.

- Moreno, A. (2016). *Antropología cultural del pueblo Venezolano*. Fundación Empresas Polar.
- Morín, E. (2001). *El Método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*. Editorial Cátedra.
- Morín, E. (2012). *La vía para el futuro de la humanidad*. Paidós.
- Najmanovich, Denise. (2008). *Mirar con nuevos ojos: nuevos paradigmas en la ciencia y pensamiento complejo*. Biblos.
- Olivé, L. (2006). Los desafíos de la sociedad del conocimiento: cultura científico-tecnológica, diversidad cultural y exclusión. *Revista Científica de Información y Comunicación*, 3, 29-52.
- Oreskes, N. (2021). *Por qué confiar en la ciencia?* Ediciones universitarias de Valparaíso.
- Pérez, F. y Donoso, D. (2023). Discursos actuales sobre cultura científica en América Latina. Una revisión crítica. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(40), 6-32. <https://doi.org/10.46925/rdluz.40.02>
- Prigogine, I. (1996). *El fin de las Certidumbres*. Editorial Andrés Bello.
- Russo, R. O. (2015). Moacir Gadotti: breve análisis de su obra *El aprendizaje es un acto liberador*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3395.1763>
- Sánchez, M. y Macías, A. (2018). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(1), 1-13. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1103
- Sauvé, L. (2013). Editorial Hacia una educación ecocientífica. *TED Tecné, Episteme y Didaxis*, 34, 7-12.
- Silva, J. (2022). Investigación situada. El cuerpo y la emoción en la interacción social. *Investigación Interdisciplinaria. Enfoques, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 295-311). Universidad de Talca.
- Snow, P. (1977). *las dos culturas y un segundo enfoque*. Alianza Editorial.
- Solbes, J., Fernández, J., Domínguez, M., Cantó, J. y Guisasola, J. (2017). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>
- Telles, J. (2020). José Martí, Paulo Freire y Hugo Zemelman: Tecnología basada en la educación emancipadora. *Revista Colombiana de Educación*, 1(81), 249-268. <https://doi.org/10.17227/RCE.NUM81-10924>
- Terrones, A. (2020). Modelo de innovación abierta y responsable: Una propuesta de ética aplicada a la tecnología. *Cuadernos Salmantinos de Filosofía*, 47, 607-626.

- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (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>
- Vessuri, H. (2014). Cambios en las ciencias ante el impacto de la globalización. *Revista de Estudios Sociales*, 50, 167-173. <https://doi.org/10.7440/res50.2014.16>
- Vessuri, H. (2020). Una historia de la verdad en Occidente. Ciencia, arte, religión y política en la conformación de la cosmología moderna. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 3(1), 140-144. <https://doi.org/10.1080/25729861.2019.1698902>
- Vilsmaier, U. (2022). Diferenciación e integración en espacios interdisciplinarios colaborativos de investigación. En *Investigación Interdisciplinaria. Enfoques, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 65–92). Universidad de Talca.
- Vilsmaier, U., Brandner, V. y Engbers, M. (2017). Research In-between: The Constitutive Role of Cultural Differences in Transdisciplinarity. *Transdisciplinary Journal of Engineering y Science*, 8(1). <https://doi.org/10.22545/2017/00093>
- Weirich, L. M., y Sutil, N. (2018). Educação infantil e cultura científica: aprendizagem significativa e desenvolvimento de percepção ambiental. *Nuances: estudos sobre Educação*, 29(3). <https://doi.org/10.32930/nuances.v29i3.4566>
- Zaelzer, C. (2020). *History, Teaching, and Public Awareness The Value in Science-Art Partnerships for Science Education and Science Communication*. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0238-20.2020>
- Zemelman, H. (2005). *Voluntad de conocer. El sujeto y su pensamiento en el paradigma crítico*. Anthropos Editorial.

Forma de citar este artículo

Pérez Rodríguez, F. y Donoso Díaz, S. Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: aportes para repensar la práctica docente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 264 - 278. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18427>



Ya no somos *Homo Sapiens*: exploración a los desafíos del *Homo Tecnologicus*

- We are no Longer Homo Sapiens: Exploring the Challenges of *Homo Tecnologicus*
- Não somos mais Homo Sapiens: explorando os desafios do *Homo Tecnologicus*

Resumen

El humanismo, en gran parte de la historia, se ha fundamentado en la tesis de la excepcionalidad humana, desembocando en un problema denominado especismo. Éste ha logrado la formación de los seres humanos utilizando la antropotécnica que, mediante la alfabetización de hordas primitivas y salvajes, consagra la lectura de clásicos, de la literatura y la filosofía, permitiendo la emergencia de la ruptura ontológica del ser humano con el mundo que le rodea. Ahora bien, en la actualidad la tecnología aparece de forma disruptiva para plantear nuevos retos a las ciencias humanas. En este sentido, la propuesta del Transhumanismo es optar por una nueva forma de entender al humano, ya sea desde la figura del cyborg o por qué no, desde una nueva especie. El presente artículo de reflexión tiene como propósito, primero, sostener la siguiente tesis: las humanidades en la época tecnológica deben superar la visión ontológica clásica del ser humano. También, se quiere proponer que el transhumanismo puede reemplazar la enseñanza de las humanidades con una nueva perspectiva para seres tecnológicos.

Palabras clave

antropotécnica; cyborg; especismo; humanismo; transhumanismo

Abstract

Humanism tThroughout much of history, humanism has been groundedbased inon the thesis of human exceptionality, leading to a problem called speciesism. This has achieved the formation of human beings using anthropotechnics that, through the literacy of primitive and savage hordes, consecrates the reading of classics, literature, and philosophy, allowing for the emergence of the ontological rupture of the human being with the world that surrounds him. However, nowadays technology has appeared in a disruptive way to pose new challenges to the human sciences. In this sense, the proposal of Transhumanism is to opt for a new way of understanding the human, either from the figure of the cyborg or why not, from a new species. This article is intendedOur purpose in this article is, first, to support the following thesis: the humanities in the technological age must overcome the classical ontological vision of the human beings. Also,We

Daniel Augusto Duarte Arias* 
Orlando Ortega Chacón** 

* Magíster en Filosofía Contemporánea, docente investigador de la Unidad de Humanidades y Formación Integral, coordinador y líder de investigación del Departamento de Humanidades de la Universidad Santo Tomás seccional Villavicencio. Correo: danielduarte@ustavillavicencio.edu.co

** Magíster en Filosofía Contemporánea de la Universidad de San Buenaventura. Licenciado en Filosofía de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesor asociado de la Universidad de San Buenaventura. Correo: oortega@usbog.edu.co



also want we want to propose that transhumanism can replace the teaching of the humanities with a new perspective for technological beings.

Keywords

anthropotechnics; cyborg; speciesism; humanism; transhumanism

Resumo

O humanismo, ao longo da maior parte da história, tem sido fundamentado na tese da excepcionalidade humana, levando a um problema chamado especismo. Isso tem conseguido a formação do ser humano a partir da antropotécnica que, por meio da alfabetização de hordas primitivas e selvagens, consagra a leitura dos clássicos, da literatura e da filosofia, permitindo a emergência da ruptura ontológica do ser humano com o mundo ao seu redor. No entanto, hoje em dia a tecnologia surge de forma disruptiva para colocar novos desafios às ciências humanas. Nesse sentido, a proposta do Transumanismo é optar por uma nova forma de compreender ao humano, seja a partir da figura do ciborgue ou porque não, de uma nova espécie. O presente artigo tem como, primeiramente, sustentar a seguinte tese: as humanidades na era tecnológica devem superar a clássica visão ontológica do ser humano. Também, queremos propor que o transumanismo possa substituir o ensino das humanidades por uma nova perspectiva para seres tecnológicos.

Palavras-chave

antropotécnica; ciborgue; especismo; humanismo; transumanismo

Introducción

Hasta hace un par de décadas pensar en la incidencia de la tecnología¹ en la vida humana era extraño. Normalmente, las películas de ciencia ficción o los dibujos animados nos hacían soñar con herramientas, o incluso accesorios de nuestro cuerpo que nos permitirían potenciar nuestros trabajos. Esto, en parte, ya es una realidad. Basta con explorar casos de seres humanos que ya son declarados *cyborg*² o empresas en diversas disciplinas que han adoptado prácticas tecnológicas para mejorar su rendimiento y producción. De hecho, ya podemos citar el libro escrito totalmente por una Inteligencia Artificial denominada *Beta Writer* (2019). Este contexto hace surgir preguntas a quienes observamos desde la lejanía el fenómeno tecnológico, pues nos lleva a cuestionar el papel, por ejemplo, de los arquitectos, ingenieros, contadores, psicólogos, abogados frente a la irrupción de la tecnología. Quizás, en parte, este papel ya ha avanzado su camino a la hora de adaptar la tecnología a sus labores profesionales o en el desarrollo de herramientas y equipos que optimizan sus labores. Entonces, ¿qué papel les corresponde a las humanidades en este contexto transhumanista? Pues bien, la labor que le compete es pensar al ser humano en la época en que la tecnología está más presente que nunca.

Existe una propuesta clásica del humanismo que presenta una visión ontológica del ser humano que puede ser entendida desde

el antropocentrismo, es decir, la idea según la cual el ser humano es el centro en todas las cosas. De este modo, el ser humano se ha considerado como ajeno al mundo y con más razón a su propia naturaleza. La tesis que aquí deseamos sostener es que las humanidades en la época tecnológica deben superar la visión ontológica clásica del ser humano. En general, las discusiones giran en torno a que en la época tecnológica el ser humano es un ser que se relaciona con herramientas que incluso le permiten potenciar sus propiedades biológicas y, sobre todo, reemplazarlas. A esta propuesta que ha venido cobrando fuerza por los avances en las nanotecnologías, biotecnologías, informática y ciencias cognitivas (NBIC) se le conoce como transhumanismo (Bostrom, 2005a, 2014a; Vita-More, 2019).

Ahora bien, el sistema de creencias soportadas por la tesis de la excepcionalidad humana, y difundida a través de la antropotécnica, se ha replicado de tal manera que ha solapado, por ejemplo, discursos como el racismo, el sexismo y el especismo.³ Nos interesa especialmente el especismo, no porque los demás problemas no sean de tratamiento en la filosofía, sino porque al examinar el especismo quizá tengamos algunos elementos relevantes para suscitar posteriores análisis en los demás discursos. Así las cosas, el orden argumentativo que queremos desarrollar es: primero, cómo a partir de la antropotécnica la formación humanista ha desembocado en la tesis de la excepcionalidad humana; posteriormente, a partir de esta visión ontológica

1 Por tecnología en adelante se debe entender no solo la *téchne* sino, además, la herramienta que logra ser una sola cosa con el ser humano, es decir, que su ser no pueda ser concebido sin dicha herramienta.

2 El *cyborg* es un organismo cibernético que logra armonizar la biología y la tecnología en un mismo ser. En el mundo hay varios casos de estos, algunos considerablemente sorprendentes. Esta información se puede ampliar en *Cyborg Artists Neil Harbisson + Moon Ribas | CYBORG ARTS, 2023* o D. J. Haraway, 2000; Warwick, 2013, 2014.

3 No es menor que estos tres problemas estén orgánicamente relacionados. Por ejemplo Sheila Collins (1977), junto con escritoras del feminismo durante la década de 1970, analizaron el fenómeno del patriarcado no solo como opresión a la mujer, sino además, a comunidades raizales, los animales y la naturaleza. Especialmente, Collins aborda este fenómeno argumentando que en el patriarcado se entrecruzan cuatro elementos fundamentales: racismo, sexismo, explotación de clase y destrucción ecológica. Esta discusión es ampliamente abordada en (Brennan y Lo, 2002).

del ser humano, expondremos el especismo y su sistema de creencias; para terminar, deseamos mostrar un posible camino para superar la visión ontológica del humanismo mediante el proyecto transhumanista.

La antropológica y la formación del ser humano

La pregunta clásica kantiana sobre “¿qué es el hombre?” (Kant, 2000, p. 92) no solo permite pensar al ser humano, sino que, además, en sus respuestas a lo largo de la historia de la filosofía, constituye una forma de ser del humano.⁴ Por ejemplo, hay rasgos históricos donde el hombre se ha definido a partir de su conocimiento como animal racional, o su relación con el Estado como animal político, o, entre otras cosas, por su pertenencia a una especie como *homo sapiens*. El objetivo de este apartado es describir la antropológica como herramienta de formación del ser humano y el humanismo clásico, y cómo desde esa formación humanista surge la idea según la cual el humano es un ser excepcional.

La excepcionalidad humana, en resumen, sostiene que existe una diferencia bastante radical, por cierto, entre el humano y los demás seres vivos. También argumenta que el mismo ser humano tiene dos planos: el plano animal o material y el plano espiritual o racional. Por si fuera poco, exclusivamente el ser humano está capacitado para conocer porque su privilegio epistemológico le permite analizar los objetos que le rodean. De la tesis de la excepcionalidad se siguen varias consecuencias dualistas, por ejemplo: que existe un sujeto y un objeto separados, o que el sujeto es un animal racional donde prima la racionalidad sobre su constitución animal. Esto sin duda, es una visión que nos ha constituido como humanos.

Lo que nos hizo humanos: las hordas de la antropológica

Ser humanos, interpretando a Peter Sloterdijk (2011), no es simplemente ser *homo sapiens*. Esta afirmación no es caprichosa en el pensamiento de Sloterdijk, pues encuentra sustento en los postulados de Arnold Gehlen (1993), quien sostiene que el ser humano es un ser carencial pues:

En todo caso, se puede decir que el hombre, expuesto como el animal a la naturaleza agreste, con su físico y su deficiencia instintiva congénitos, sería en todas las circunstancias inapto para la vida. De hecho, el ser humano es una construcción de alfabetización a partir de la escritura y lectura de textos. Pero

4 En diferentes contextos, los seres humanos han expresado su anhelo de superación de sus condiciones actuales. Por ejemplo, el poema de Gilgamesh narra la travesía de un rey en busca de una planta que le permita lograr la inmortalidad; los santos canonizados por el cristianismo que constantemente apelan a una fuerza sobrenatural que les otorgue mejoras en varios aspectos (sobre todo espirituales) de su condición humana vulnerable; el paradigma ilustrado del Humanismo Moderno que pretende mostrar al ser humano como emancipado de una naturaleza animal y más bien guiado por la razón que lo hace mejor sujeto; e, incluso, en Nietzsche y la idea del “superhombre”, que da cuenta de cómo los seres humanos están en busca de superar una visión de esclavos para ser seres excepcionales. Dichos ejemplos dejan entrever la intención de postular un humano superior por sus cualidades y capacidades, que en síntesis es un humano capaz de superarse a sí mismo a pesar de su condición carencial (Bostrom, 2005a, pp. 1-4).

esas deficiencias están compensadas por su capacidad de transformar la naturaleza inculta y cualquier ambiente natural, como quiera que esté constituido, de manera que se torne útil para su vida. Su postura erecta, su mano, su capacidad única de aprender, la flexibilidad de sus movimientos, su inteligencia, su objetividad. (Gehlen, 1993, p. 33)

El ser humano, tal como lo expone Gehlen, biológicamente carece de propiedades que le permiten sobrevivir a una naturaleza agresiva que, de no ser por la alfabetización, acabaría con su existencia. Tal es el argumento que sostiene Sloterdijk (2011), donde pone como pilar fundamental del fortalecimiento de la *humanitas* a la filosofía por ser un género literario contagioso y cautivador de sus receptores (Sloterdijk, 2011). El núcleo del humanismo, como lo postula Sloterdijk, es que la comunidad se configure a partir de la lectura, pues este ejercicio de alfabetización se convirtió en norma para moldear sociedades políticas (Sloterdijk, 2011).

Si bien domesticar al hombre requiere de una tarea de alfabetización, dicho oficio corresponde a un proceso de antropotécnica. La antropotécnica es el ejercicio desde el cual el hombre modela al hombre según el paradigma del humanismo: lectura y escritura. Este proceso es explicado por Sloterdijk (2008), quien expone que hordas primitivas, mediante incubadoras, transformaban a los hombres en seres cultos, domesticados, alfabetizados o humanizados.

Así las cosas, por medio de un programa de cría, la antropotécnica pretende alfabetizar, pero también, postular al hombre como centro del universo. En palabras de Sloterdijk: “la *humanitas* no consiste sólo en la amistad del hombre con el hombre; implica siempre —y de forma crecientemente explícita— que

el hombre representa para el hombre el poder superior” (Sloterdijk, 2011, p. 215). En consecuencia, el hombre como ser superior puede configurarse como un ser excepcional, gobernante, dominante y único.

De este modo, el humanismo se convierte en una herramienta de domesticación que transforma al ser humano en un ser superior y ajeno a la naturaleza animal. En palabras de Sloterdijk “el tema latente del humanismo es, por tanto, la domesticación del hombre, y su tesis latente dice así: las lecturas adecuadas amansan” (Sloterdijk, 2011, p. 202). Dicho de otra manera, el humanismo es el proyecto que busca transformar y domesticar la naturaleza humana de salvaje e incompleta a letrada y completa o, por lo menos, trata de que la naturaleza humana pueda sobrevivir al ambiente hostil gracias a su alfabetización (cf. Castro-Gómez, 2012). Ahora bien, esta alfabetización de las hordas primitivas al proponer al hombre como el poder superior, produce a la par una idea según la cual, el humano es un ser excepcional.

La excepcionalidad humana: una ontología antropocéntrica

La ontología, a grandes rasgos, es el estudio del ser y sus propiedades. Jean-Marie Schaeffer (2009) explica que las propiedades del ser humano se configuran alrededor de la idea del antropocentrismo y lo define como un ser no natural. Para Schaeffer hay cuatro razones por las cuales el ser humano adquiere esta visión de sí mismo: la primera, es la visión de que los seres vivos están radicalmente separados de él, también llamado argumento óntico (Schaeffer, 2009, p. 23); la segunda, es la idea de que existen varios planos ontológicos, es decir, que en el ser humano existe un dualismo de cuerpo/alma, donde lo racional prima sobre lo animal (Schaeffer, 2009,

pp. 24-25); la tercera, es que lo propiamente humano es el conocimiento pues el humano esencialmente es pensante, un animal racional (Schaeffer, 2009, p. 25). Finalmente, la creencia de que el conocimiento de lo propiamente humano requiere un acceso diferente a la forma en la que conocemos los objetos del mundo. Esto también es denominado antinaturalismo (Schaeffer, 2009, p. 25).

Así pues, como consecuencia de la excepcionalidad, el ser humano es una construcción humanista antropocéntrica. La separación del ser humano con el mundo que lo rodea lo ha hecho parecer incluso ajeno a su propia naturaleza y, además, se configura como el centro del conocimiento. Ahora bien, la tesis de la excepcionalidad humana, por lo menos en occidente, también se soporta sobre un paradigma religioso: el cristianismo. De este modo, encuentra un sustento teórico y también un medio difusor sólido desde el cual construir el pensamiento occidental. Así lo expresa Sloterdijk cuando afirma:

Por aquel entonces les pareció a muchos socialmente amable consultar de nuevo, junto a las lecturas romanas reeditadas, también la segunda lectura básica de los europeos, la bíblica, y evocar los basamientos del otra vez denominado occidente en el humanismo cristiano. Este neohumanismo tardío, que pasando por Weimar miraba con desesperación hacia Roma, fue el sueño de la salvación del alma europea por una bibliofilia radicalizada; una fantasía melancólica y esperanzada sobre la potencia civilizadora y humanizadora de la lectura de los clásicos. (Sloterdijk, 2011, p. 201)

Al igual que Sloterdijk, Schaeffer también tiene esta misma perspectiva desde la tesis de la excepcionalidad humana (Schaeffer, 2009, p. 23). De modo que, como telón de fondo de la alfabetización humanista y la antropotécnica para domesticar la horda salvaje, se encuentra la teología cristiana. En este punto vale la pena explicitar una consecuencia: la excepcionalidad humana es en esencia el germen del especismo (término que desarrollaremos más adelante). Dicho de otra manera, el privilegio del hombre al ser elegido de Dios le otorga una posición dominante sobre las demás especies.

Esta misma relación entre especismo y antropocentrismo es la que desarrolla Michael Allen Fox donde define al antropocentrismo como:

Cualquier punto de vista que afirma la centralidad, primacía o superioridad de los seres humanos en el esquema de las cosas; que afirma que el propósito de la naturaleza es servir a las necesidades y deseos humanos; o que postula el mayor valor de la vida y los intereses humanos en relación con las vidas y los intereses, si los hay, de los no humanos. (Fox, 2010, p. 66)

A partir de esta definición, Fox expone dos tipos de antropocentrismos que confluyen en la necesidad de la subsistencia humana:

- a. *Dominionismo*: También conocido como el «antropocentrismo fuerte», es una posición arraigada en el *Antiguo Testamento* y en algunos de los

autores de la filosofía griega donde la naturaleza existe sólo para el beneficio humano (Fox, 2010, p. 66).

- b. *Administración*: También conocido como el «antropocentrismo débil» que puede rastrearse en la tradición judeo-cristiana donde el principio radica en que el ser humano administra de manera responsable, gestiona y conserva los recursos de manera sabia (Fox, 2010, p. 67).

Así las cosas, lo que nos espera por examinar respecto al problema del humanismo es que replica la tesis de la excepcionalidad humana como una creencia que se entreteje a las formas de vida humana y, por consiguiente, produce prácticas especistas. Este análisis, además de complejo, requiere de un intento por abandonar el humanismo y adoptar otro proyecto no dualista.

La ontología de los especistas: el humanismo clásico

Tal parece que hasta este punto definir y analizar al ser humano desde una visión esencialista indudablemente conduce a una consecuencia especista. Parte de esta forma de representarse el mundo se le debe al humanismo y también al cristianismo.⁵ En concordancia con esto, Yuval Noah Harari (2016) expone que las religiones normalmente sacralizaban a los dioses, en palabras del autor:

El cristianismo, por ejemplo, sostenía que los humanos dominan al resto de la creación porque el Creador les confirió la autoridad para hacerlo. Además, según el cristianismo, Dios concedió un alma

eterna solo a los humanos. Puesto que el destino de esta alma eterna es el objetivo de todo el cosmos cristiano, y puesto que los animales no poseen alma, estos son meros extras. Así, los humanos se convirtieron en la cúspide de la creación, mientras que todos los demás organismos quedaron marginados. (Harari, 2016, p. 127)

Así las cosas, el cosmos cristiano, junto con el cosmos humanista, convirtieron al humano en un ser excepcional que desde una cumbre observa lejano a los demás organismos. Pues bien, lo que nos proponemos en este apartado es describir en qué consiste el especismo y cómo a partir de esta representación del mundo se construyen creencias que se constituyen en formas de vida. Al exponer el especismo también esperamos señalar algunas dificultades para superarlo. Asimismo, una de las consecuencias de su superación es el abandono de la idea clásica de ser humano para encaminar una nueva antropotécnica mediada por la tecnología.

El especismo: una doctrina contra los marginados

El término especismo aparece en el año 1970, acuñado por Richard Ryder.⁶ El mismo autor lo define como “la discriminación o explotación de ciertas especies animales por parte de los seres humanos, basada en la suposición de la superioridad de la humanidad” (Ryder, 2010, p. 527). Sin embargo, el especismo suele asemejarse con el racismo y el sexismo porque estos tres fenómenos siguen el mismo patrón. Así lo manifiesta Peter Singer (1990):

5 Hay discusiones sobre la religión y el transhumanismo, por ejemplo, Max More tajantemente separa estas dos formas de entender el mundo, mientras otros intentan enlazarlas por el sentido de vida que le otorgan al ser humano (Mercer y Maher, 2016; More, 1990a, 2013).

6 Desde su aparición, el término ha tenido tanto defensores como detractores. Un defensor relevante es Peter Singer quien ha dedicado parte de su obra a amplificar el desafío que representa el especismo y sus diferentes maneras de manifestarse. Esta discusión está ampliamente documentada en *The Moral Status of Animals* (Gruen, 2021).

Los racistas violan el principio de igualdad al dar mayor peso a los intereses de los miembros de su propia raza cuando hay un conflicto entre sus intereses y los de otra raza. Los sexistas violan el principio de igualdad al favorecer los intereses de su propio sexo. De manera similar, los especistas permiten que los intereses de su propia especie anulen los intereses mayores de los miembros de otras especies. El patrón es idéntico en cada caso. (Singer, 1990, p. 9)

Para Singer, el patrón que se manifiesta es que prevalecen los intereses de unos sobre otros. Dicho de otra manera, los intereses establecen la dinámica, la asimetría o el conflicto en el que es necesario el detrimento de unos para el beneficio de otros. De este modo, el especismo se convierte en una cosmovisión que tiene la pretensión de fundarse como una creencia. Solo basta con pensar casos en los que se domina a las especies para la recreación humana. Si bien la tesis de la excepcionalidad humana se encuentra desacreditada, por los avances de las ciencias, el genoma, o los mismos progresos de las tecnologías, aún sus rezagos emergen en nuestra cosmovisión por la alfabetización humanista. Esta alfabetización ha separado al ser humano de las demás especies causando el deterioro de la relación con el mundo y con los demás organismos. Lo que nos disponemos a hacer a continuación es describir por qué las creencias sobre el especismo son de difícil tratamiento y qué posible alternativa surge como solución a dichas creencias.

La cosmovisión antropocéntrica: el sistema de creencias que debe ser superado

En la literatura filosófica se entiende comúnmente el concepto de creencia como una oración que es tomada por verdadera. Las creencias no necesariamente necesitan un correlato empírico, esto es, una justificación en la realidad. Por ejemplo, una persona religiosa piensa que es creado a imagen y semejanza de Dios, de donde se sigue una creencia verdadera. Lo mismo sucede con un científico que cree que al arrojar algún objeto, este caerá por una fuerza física explicada por la ley de la gravedad, lo cual es también una creencia, en este caso verdadera. El asunto aquí implica que el humanista cree que el ser humano es el centro del universo en diversos aspectos —a veces sin siquiera ser consciente de ello—, como lo expone la tesis de la excepcionalidad, y dichas creencias configuran una cosmovisión antropocéntrica.

Ahora bien, una cosmovisión es un sistema de creencias que configura las formas de vida humana. En la teoría de “juegos de lenguaje” de Ludwig Wittgenstein se describe que el lenguaje funciona como un entramado entre actividades, prácticas y formas de vida humana (Wittgenstein, 2009, p. 189). En este sentido, hay una relación orgánica entre las creencias y las prácticas o usos del lenguaje. Como cada juego de lenguaje tiene sus propias prácticas, formas de vida y entramado de reglas, entonces configuran una cosmovisión entre quienes se encuentran dentro de un juego de lenguaje en particular.

Esta relación entre creencias y formas de vida también es conocida como “esquemas conceptuales”. Donald Davidson define los esquemas conceptuales como “formas de organizar la experiencia; son sistemas de categorías que dan forma a los datos de las sensaciones; son puntos de vista desde los cuales individuos, culturas o períodos examinan los acontecimientos que se suceden” (Davidson, 1990, p. 189). Así pues, un sistema de creencias o un esquema conceptual que se soporta sobre creencias antropocentristas también halla su correspondencia en formas de vida antropocentristas.

Parte del problema al que se enfrentan las ciencias, pero sobre todo las humanidades, es que algunos de sus referentes clásicos asumieron creencias antropocentristas. Schaeffer pone como ejemplo a Descartes y su aceptación de la tesis de la excepcionalidad humana por una influencia cultural e histórica (cf. Schaeffer, 2009, p. 78).

Así las cosas, la visión del humanismo (el antropocentrismo) es una creencia que posee un anclaje cognitivo (epistemológico) en la relación del ser humano con el mundo. La consecuencia de esto, como se enuncia en el apartado anterior, es que el especismo emerge como parte de las formas de vida sustentadas en la distinción ontológica del ser humano con el mundo que lo rodea.

Ahora bien, el humanismo se convierte en un proyecto insostenible, como lo hemos desarrollado en apartados anteriores, debido a que no hay razones suficientes para creer que el ser humano es excepcional por su genética o por la razón. De continuar el humanismo, la relación de la especie humana con el mundo que le rodea seguirá siendo separada hasta el punto de terminar con el acabamiento de todo aquello que no sea humano. Así las cosas, es necesario presentar un proyecto que reemplace

todo su andamiaje. Lo que nos proponemos hacer a continuación es presentar un proyecto que no podrá soportarse sobre la idea del ser humano como centro, tampoco podrá sostener la visión ontológica clásica y tendrá además que sustentar una nueva forma de vida.

Un mundo cibernético para los organismos cibernéticos

En la historia de la humanidad se han dado algunas revoluciones. Significativamente han surgido dos que transformaron la cosmovisión humana: la primera, la revolución agrícola le permitió al ser humano asentarse en ciertas regiones y así aprovechar los recursos para su subsistencia. La segunda revolución que cambió drásticamente la cosmovisión del ser humano es la industrial. Su impacto reside en el crecimiento de la producción de forma masiva y el alto costo ambiental por el deterioro de los recursos naturales del entorno donde se estableció el ser humano.⁷

En la actualidad la revolución tecnológica es inminente (Fukuyama, 2003; Sandberg, 2011; Savulescu, 2012). Para Nick Bostrom (2014b), la tecnología logrará un salto exponencial considerablemente superior al experimentado en la revolución agrícola y

7 Con respecto a la revolución industrial, hay quienes afirman que su impacto no solo se ha registrado en los lugares donde se han asentado los seres humanos, sino que esta revolución ha dejado rastros de la actividad humana en toda la superficie del planeta. El principal de estos es el del dióxido de carbono (co2) y marca el inicio, como lo denominan algunos geólogos, de una nueva época llamada Antropoceno. La discusión inicialmente la presentó Paul Crutzen en *The “Anthropocene”* (2000), sin embargo, el problema filosófico y tecnológico lo desarrolla más detalladamente Helmuth Trischler en *The Anthropocene: A Challenge for the History of Science, Technology, and the Environment* (2016). La discusión, sin embargo, continúa siendo tema de debate, sobre todo porque el concepto que proviene desde la Geología aún no encuentra gran aceptación entre los adscritos a la disciplina. Ahora bien, desde la filosofía crítica hay quienes resignificaron el concepto hasta otorgarle un nuevo sentido como es el caso de Donna Haraway en *Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin* (2015).

la revolución industrial. Esta explosión exponencial vendrá acompañada de la Inteligencia Artificial, que llegaría a reemplazar algunas de las tareas humanas (Kurzweil, 2005). A este crecimiento exponencial el autor lo denomina singularidad (Bostrom, 2014b, p. 18). De ser cierta la singularidad, entonces también estaríamos cercanos a establecer un mundo cibernético en el que inevitablemente habitarán organismos que se adaptarán a un entorno tecnológico.

En este contexto es donde se presenta la teoría de *La Mente Extendida* de Andy Clark y David Chalmers (1998). Allí los autores exponen cómo la mente no se ubica exclusivamente en los límites del cráneo, sino que, además, puede extenderse a elementos del mundo, sobre todo, en tareas cognitivas. Por tareas cognitivas se pueden entender: razonar, memorizar, organizar información, realizar operaciones matemáticas. A este proceso los autores lo denominan externalismo activo porque el entorno adquiere un lugar activo en la consecución de procesos cognitivos. En el siguiente apartado tenemos como objetivo exponer cómo es posible, a partir de la tesis de la mente extendida, pensar en un proyecto distinto al del humanismo y postular un nuevo tipo de ser humano.

Mente extendida e implantes tecnológicos

El proyecto transhumanista se postula como propuesta alterna al humanismo (Diéguez, 2021b, 2021a). A pesar de encontrar varios tipos de transhumanismo, lo que todos ellos tienen en común es que desean criticar, modificar, o también superar lo que hasta ahora se ha entendido como ser humano (Bostrom, 2013). El transhumanismo aboga por el mejoramiento del ser humano mediante la intervención de la ciencia y la tecnología (More, 1990b).

En el texto de Andy Clark y David Chalmers *La Mente Extendida*, se postula el externalismo activo y para explicarlo proponemos el siguiente ejemplo.⁸ Imaginen tres casos diferentes en el contexto en que un sujeto llamado Ludwig sufre un trastorno de la memoria o Alzheimer en etapa temprana y que entre sus episodios mentales requiere de un apoyo externo para realizar actividades como organizar, decidir, razonar, entre otras:

1. Caso 1: Ludwig ha dispuesto en lugares estratégicos de su hogar varias piezas adhesivas con información relevante para llevar a cabo sus tareas simples y complejas. Por ejemplo, en el tocador de su baño tiene notas de colores que le indican cuál es su cepillo de dientes, dónde encontrar su espuma para rasurar o cuándo deberá realizar el cambio de su bata de baño. También utiliza las notas para realizar labores en otros lugares de su vivienda apoyando así sus actividades cotidianas.

8 El ejemplo que proponemos a continuación está inspirado y es una interpretación a la exposición realizada por los autores de *La Mente Extendida* con fines exclusivamente explicativos. Invitamos a quien lee este artículo a que se acerque a la lectura de este artículo que ya se puede considerar clásico y pueda enriquecerse con los otros ejemplos que allí utilizan los autores para explicar esta teoría.

2. Caso 2: Ludwig adquirió un dispositivo móvil que le permite mantenerse al tanto de las actividades cotidianas a pesar de sus lapsos mentales. El dispositivo cuenta con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que le permite saber exactamente en qué lugar se encuentra ubicado Ludwig. Además, el GPS se encuentra asociado a una aplicación que monitorea el calendario y la hora en la que Ludwig debe realizar tareas con una breve descripción de cómo puede realizarlas. Ludwig, por ejemplo, se encuentra lejos de su hogar y olvidó la ruta para llegar a él. El dispositivo envía una alerta sonora a Ludwig recordándole no solo su dirección de residencia, sino la ruta más fácil, adecuada y corta para retornar a su hogar. Así como esta tarea, Ludwig puede realizar muchas otras con el apoyo de este dispositivo electrónico.
3. Caso 3: gracias a los avances tecnológicos desarrollados por las nanotecnologías, biotecnologías, informática y ciencias cognitivas (NBIC), Ludwig pudo acceder a un implante que se encuentra orgánicamente anclado a él. El implante cumple funciones similares a las del dispositivo móvil, pues constantemente está alertando a Ludwig de sus diferentes tareas cotidianas. Sin embargo, lo característico de este implante es que no se puede desensamblar del cuerpo de Ludwig (Persson y Savulescu, 2008).

En los tres casos hay algo en común. Las actividades que debe realizar Ludwig están mediadas por elementos externos a él y estos elementos le permiten realizar tareas cognitivas en sus actividades cotidianas. Lo que difiere en los tres casos es que mientras el primero

depende de un soporte analógico, los casos dos y tres dependen de un soporte tecnológico. Con estos ejemplos queremos mostrar que el implante tecnológico del caso tres representa un salto cualitativo para Ludwig y esto le permite mejorar su vida (Savulescu, 2006). Ludwig logró relacionarse con el entorno de tal manera que confió parte de su memoria para ser almacenada en algo externo a él. Clark y Chalmers lo exponen de la siguiente manera: “parece ciertamente que la evolución ha favorecido las capacidades de almacenamiento que han sido especialmente orientadas a parasitar el entorno local con la finalidad de reducir la carga de memoria interna” (Clark y Chalmers, 1998, p. 12). Sin embargo, el implante tecnológico es cualitativamente mejor, dado que no es posible desensamblarlo de su cuerpo. Esto le permite operar sin representar un peligro, tal como podría pasar si se pierde el soporte externo. Dicho de otro modo, las propiedades de la tecnología permiten que se realicen tareas, con mayor complejidad, más rápido, de más fácil acceso, y con un crecimiento exponencial que tendrá repercusiones en mayor y mejor grado para el desarrollo de las actividades humanas. Así como en el caso del Alzheimer, muchas otras deficiencias o propiedades biológicas humanas pueden ser potenciadas y superadas por implantes tecnológicos.

Un paso más en la evolución: El *Homo Tecnologicus*

¿Dónde comienza el *Homo Tecnologicus*⁹ y dónde termina el *Homo Sapiens*? La respuesta

⁹ El desarrollo del término *Homo Tecnologicus* puede encontrarse en autores como Kevin Warwick (2014) quien argumenta que los seres humanos siempre hemos sido cyborgs. También, confróntese Chalmers, (2010). Sin embargo, otros nombres que puede recibir esta especie tecnológica puede ser Posthumano (Bostrom, 2013) o *Homo Excelsior* como lo denomina Fernando Llano (2018). También si quiere hacerse un rastreo previo, Aristóteles considera que el ser humano utiliza la *téchne* para modificar la naturaleza (Aristóteles, 2014).

a esta pregunta desde el transhumanismo es que el nacimiento de una nueva especie se avecina con la mejora tecnológica (Badmington, 2000). Sin embargo, este ideal aún es lejano. Por ahora, el transhumanista se compromete con una etapa previa que eventualmente podrá ofrecer la llegada de una especie distinta pero proveniente de la humana.

Ahora bien, no debería sorprendernos la existencia de organismos tecnológicos (Clark, 2003). De hecho, los ciber organismos han habitado entre nosotros sin que los hayamos considerado *cyborg*. En efecto, desde mediados del siglo pasado hasta hoy, los seres humanos prolongamos la vida, por ejemplo, mediante el uso del marcapasos. No solo se trata de un dispositivo tecnológico que orgánicamente funciona con el corazón biológico, sino que, adicionalmente, le permite mejorar el sistema cardiovascular.

Al igual que el *cyborg* con el marcapasos y el implante expuesto en el caso tres de Ludwig, los dispositivos electrónicos logran fusionarse orgánicamente. La máquina y el humano se convierten en un ciber organismo (Rivera Novoa, 2020). Resaltamos así, que bajo la concepción del *cyborg* no existe un dualismo entre el ser humano y las cosas externas a él. Cuando hacemos el ejercicio mental de pensar en un pirata, por ejemplo, suele venirnos a la mente un sujeto con pierna de palo y un loro. Ocurre lo mismo con la representación de un invidente: utiliza un bastón para guiar su camino. En estos dos casos, el sujeto no sufre un cambio cualitativo relevante porque los elementos pueden ser desensamblados de ellos: la pierna de palo, el loro o el bastón. En cambio, el implante tecnológico constituye orgánicamente un solo ciber organismo.

Lo que queremos mostrar es que cualitativamente no es lo mismo realizar tareas con ensambles como la pierna de palo del pirata o el bastón del ciego, a realizar tareas con ensambles como una pierna tecnológica o un implante de ultrasonido que le permite a quien sufre deficiencias visuales posicionarse y caminar sin ningún contratiempo. Así pues, en estos casos lo que se logra es un entramado entre los seres biológicos y la tecnología. Aquí emerge el *Homo Technologicus*.

A esta relación entre tecnología y organismos vivos le corresponde abordar varias discusiones¹⁰ y reparos. Los detractores exponen argumentos éticos y políticos ante la inminente irrupción de la tecnología en las formas de vida humanas. Así, el transhumanismo promete eliminar la tesis de la excepcionalidad humana por dos razones: la primera, el argumento ontológico y sus consecuencias como la distinción del ser humano con respecto a las demás especies; incluida la distinción dualista entre animalidad y racionalidad. La segunda, la propuesta antropo-

10 Hay una discusión central sobre el concepto de dignidad revisado desde la postura humanista: el ser humano en esencia no puede ser modificado, pues perdería su dignidad y naturaleza. Por otra parte, los posthumanistas promueven esta modificación dado que la tecnología podría reducir significativamente enfermedades, limitaciones, etc. La discusión la desarrolla Nick Bostrom en *In Defense of Posthuman Dignity* (2005b). Otros autores son Habermas, 2002; Palma, 2022; Savulescu, 2001.

técnica transhumanista, pues la formación de nuevos seres está mediada por la tecnología y la ciencia. De este modo, la creencia según la cual el ser humano es superior a las demás especies no encuentra asidero en dicho proyecto porque incluso las especies no humanas podrán ser modificadas tecnológicamente si es conveniente. En este orden de ideas, el transhumanismo reta la clasificación del ser humano como *Homo Sapiens* y la singularidad es su mayor desafío.

Conclusiones

Hasta ahora hemos realizado metodológicamente un recorrido que vale la pena exponer de la siguiente manera:

Es lícito preguntar por qué pensar la tecnología y el ser humano hoy. La intervención tecnológica como la conocemos hace parte de nuestra vida cotidiana. Los retos que conllevan estas nuevas tecnologías incluyen los ámbitos políticos, éticos, educativos y sociales en general. Y ¿para qué abordar un análisis sobre el *Homo Tecnologicus*? Para reconocer nuestras fronteras como humanos y, sobre todo, nuestros límites. Los desafíos que propone la tecnología al ser humano incluyen, de alguna manera, pensar su relación con el mundo y con otros.

Una manera sintetizada en la que se puede presentar y exponer el asunto es la siguiente:

Tabla 1. Desarrollo del *Homo Sapiens* al *Homo Tecnologicus*

Aspecto	Homo Sapiens	Homo Tecnologicus
Ontológico	El ser humano posee dos naturalezas que le hacen ser distinto y superior a los demás objetos y seres vivos del mundo. Esta visión es compatible con una antropotécnica fundada en la tesis de la excepcionalidad humana.	El ser humano tal como lo entiende la tesis de la excepcionalidad humana sufre una ruptura. No es una antropotécnica fundada en la tesis de la excepcionalidad humana, sino fundada en la mejora tecnológica.
Epistemológico	El ser humano por definición es racional, pensante. Esto conduce a que se considere dominador de otros porque es quien puede organizar el mundo. Un antropocentrismo débil o fuerte están asociados a este tipo de concepción del ser humano.	A diferencia de la visión antropocéntrica, en el aspecto epistemológico el ser humano es concebido como un ser biotecnológico, por lo cual no es el ser humano quien domina a las demás especies, sino quien logra una armonía orgánica con elementos del mundo.
Tecnológico	El ser humano se relaciona con objetos del mundo, sin embargo, estos objetos al ser considerados distintos al <i>Homo Sapiens</i> , por una visión humanista, no logran una hibridación con el ser humano.	El ser humano no se relaciona como un extraño con los objetos del mundo, por el contrario, lo que pretende es una hibridación entre herramientas u objetos que le permitan mejorar. Dicha relación se puede entender como un anclaje entre cuerpo, mente y mundo.

Fuente: elaboración propia

La antropotécnica ha funcionado como herramienta de alfabetización de seres humanos. La consecuencia de esta es una visión antropocéntrica del hombre que termina por figurarse bajo la tesis de la excepcionalidad humana.

La tesis de la excepcionalidad humana se sostiene a partir de ideas tales como: la distinción ontológica entre alma y cuerpo,

la racionalidad humana, el estatus de privilegio o superioridad del ser humano frente a los demás objetos del mundo y la superioridad epistemológica (del conocimiento) del ser humano.

El sexismo, racismo y especismo son consecuencia de la formación antropotécnica y la tesis de la excepcionalidad humana. El transhumanismo intenta dar respuesta a

estas problemáticas presentando la hibridación tecnológica como forma de unir orgánicamente objetos del mundo con el ser humano.

Un cyborg es un organismo que mezcla partes tecnológicas con partes biológicas. Al ser uno de los principales íconos del transhumanismo, el cyborg se erige como una de las maneras de superar la condición humana hasta el punto de ser el inicio de una nueva especie.

El *Homo Technologicus* se presenta como la especie evolutivamente superior al *Homo Sapiens*. Por esto, la incidencia de la tecnología en el contexto actual lleva a pensar en la posibilidad de alcanzar la hibridación tecnológica y así cumplir el ideal transhumanista. Finalmente, el surgimiento de esta nueva especie tiene como consecuencia la superación del humanismo antropocéntrico.¹¹

Referencias

- Aristoteles (2014). *Física*. Gredos.
- Badmington, N. (Ed.) (2000). *Posthumanism*. Palgrave.
- Baylis, F. y Robert, J. S. (2004). The Inevitability of Genetic Enhancement Technologies. *Bioethics*, 18(1), 1-26. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2004.00376.x>
- Bostrom, N. (2005a). A History of Transhumanist Thought. *Journal of Evolution and Technology*, 14(1).
- Bostrom, N. (2005b). In defense of posthuman dignity. *Bioethics*, 19(3), 202-214. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2005.00437.x>
- Bostrom, N. (2013). Why I Want to be a Posthuman. En M. More y N. Vita-More (Eds.), *The transhumanist reader: Classical and contemporary essays on the science, technology, and philosophy of the human future* (pp. 28-53). Wiley-Blackwell.
- Bostrom, N. (2014a). Introduction—The Transhumanist FAQ: A General Introduction. En *Transhumanism and the Body* (pp. 1-17). Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9781137342768_1
- Bostrom, N. (2014b). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- Brennan, A. y Lo, N. Y. S. (2002). *Environmental Ethics*. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2022/entries/ethics-environmental/>
- Casado, M. (Ed.) (2009). *Sobre la dignidad y los principios: Análisis de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos [de la] Unesco*. Civitas Thomson Reuters.

¹¹ Este tipo de problemas es abordado por transhumanistas, sin embargo una manera de rastrear la discusión es bajo la guía de autores como Baylis y Robert, 2004; Casado, 2009; Clark, 2007.

- Castro-Gómez, S. (2012). Sobre el concepto de antropotécnica en Peter Sloterdijk. *Revista de Estudios Sociales*, 43, 63-73. <https://doi.org/10.7440/res43.2012.06>
- Chalmers, D. (2010). The Singularity: A Philosophical Analysis. *Journal of Consciousness Studies*, 17(9-10), 7-65.
- Clark, A. (2003). *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*. Oxford University Press.
- Clark, A. (2007). Re-Inventing Ourselves: The Plasticity of Embodiment, Sensing, and Mind. *Journal of Medicine and Philosophy*, 32(3), 263-82. <https://doi.org/10.1080/03605310701397024>
- Clark, A. y Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, 58(1), 7-19. <https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7>
- Collins, S. D. (1977). *A Different Heaven and Earth: A Feminist Perspective on Religion* (3. print). Judson Press.
- Crutzen, P. y Stoermer, E. (2000). The "Anthropocene". *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Cyborg Artists Neil Harbisson + Moon Ribas | CYBORG ARTS. (2023). Cyborgarts2020. <https://www.cyborgarts.com>
- Davidson, D. (1990). *De la verdad y de la interpretación: Fundamentales contribuciones a la filosofía del lenguaje*. Gedisa.
- Diéguez, A. (2021a). *Cuerpos inadecuados el desafío transhumanista a la filosofía*. Herder Editorial. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv1prsscc>
- Diéguez, A. (2021b). *Transhumanismo*. Herder Editorial.
- Fox, M. A. (2010). Anthropocentrism. En M. Bekoff (Ed.), *Encyclopedia of Animal Rights and Animal Welfare*. Greenwood Press.
- Fukuyama, F. (2003). *Our posthuman future: Consequences of the biotechnological revolution*. Picador.
- Gehlen, A. (1993). *Antropología filosófica: Del encuentro y descubrimiento del hombre por sí mismo*. Paidós.
- Gruen, L. (2021). The Moral Status of Animals. En E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/moral-animal/>
- Habermas, J. (2002). *El futuro de la naturaleza humana: ¿Hacia una eugenesia liberal?* (R. S. Carbo, Trad.). Paidós.
- Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: Breve historia del mañana* (J. Ros, Trad.). <https://www.overdrive.com/search?q=3ECF8B47-8DE6-43CD-B86B-353168B15AEE>
- Haraway, D. (2015). Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin. *Environmental Humanities*, 6(1), 159-165. <https://doi.org/10.1215/22011919-3615934>
- Haraway, D. J. (2000). A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century. *Posthumanism* (pp. 69-84). Macmillan Education UK. https://doi.org/10.1007/978-1-137-05194-3_10
- Kant, I. (2000). *Lógica: Un manual de lecciones, edición original de G.B. Jäsche: Acompañada de una selección de Reflexiones del legado de Kant* (M. J. Vázquez Lobeiras, Ed.). Akal Ediciones.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Viking.
- Llano Alonso, F. H. (2018). Homo Excelsior: Los límites ético jurídicos del transhumanismo. *Homo Excelsior*, 1-238.

- Mercer, C., y Maher, D. F. (Eds.) (2016). *Transhumanism and the body: The world religions speak*. Palgrave Macmillan.
- More, M. (1990a). The Extropian Principles. *Extropy*, 6, 17-18.
- More, M. (1990b). Transhumanism: Towards a Futurist Philosophy. *Extropy*, 6, 6-12.
- More, M. (2013). The Philosophy of Transhumanism. *The Transhumanist Reader: Classical and Contemporary Essays on the Science, Technology, and Philosophy of the Human Future* (pp. 1-17). <https://doi.org/10.1002/9781118555927.ch38>
- Palma, H. A. (2022). Transhumanismo tecnocientífico, biomejoramiento humano y los riesgos de una nueva eugenesia en tiempos de CRISPR. *El banquete de los Dioses*, 10.
- Persson, I., y Savulescu, J. (2008). The Perils of Cognitive Enhancement and the Urgent Imperative to Enhance the Moral Character of Humanity. *Journal of Applied Philosophy*, 25(3), 162--177. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5930.2008.00410.x>
- Rivera Novoa, Á. (2020). Mente extendida y transhumanismo: ¿Qué tan humana es la mente de un cyborg? En O. M. Donato Rodríguez, D. M. Muñoz González, y Á. Rivera Novoa (Eds.), *Redefinir lo humano en la era técnica perspectivas filosóficas* (pp. 75-89). Universidad Libre.
- Ryder, R. (2010). Speciesism. En M. Bekoff (Ed.), *Encyclopedia of Animal Rights and Animal Welfare*. Greenwood Press.
- Sandberg, A. (2011). Cognition Enhancement: Upgrading the Brain. En J. Savulescu, R. H. J. ter Meulen, y G. Kahane (Eds.), *Enhancing human capacities* (pp. 71-91). Wiley-Blackwell.
- Savulescu, J. (2001). Procreative Beneficence: Why We Should Select the Best Children. *Bioethics*, 15(5-6), 413-426. <https://doi.org/10.1111/1467-8519.00251>
- Savulescu, J. (2006). Justice, Fairness, and Enhancement. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1093(1), 321-338. <https://doi.org/10.1196/annals.1382.021>
- Savulescu, J. (2012). ¿Decisiones peligrosas?: Una bioética desafiante (B. Rodríguez López y E. Bonete Perales, Trads.). Tecnos.
- Schaeffer, J.-M. (2009). *El fin de la excepción humana*. Fondo de Cultura Económica.
- Singer, P. (1990). *Animal liberation* (New rev. es). Avon Books.
- Sloterdijk, P. (2008). *En el mismo barco* (5. Aufl). Siruela.
- Sloterdijk, P. (2011). *Sin salvación: Tras las huellas de Heidegger*. Akal.
- Trischler, H. (2016). The Anthropocene: A Challenge for the History of Science, Technology, and the Environment. *NTM Zeitschrift Für Geschichte Der Wissenschaften, Technik Und Medizin*, 24(3), 309-335. <https://doi.org/10.1007/s00048-016-0146-3>

- Vita-More, N. (2019). History of Transhumanism. En N. Lee (Ed.), *The Transhumanism Handbook* (pp. 49-61). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16920-6_2
- Warwick, K. (2013). Cyborgs. En A. L. C. Runehov y L. Oviedo (Eds.), *Encyclopedia of Sciences and Religions* (pp. 570-576). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8265-8_1210
- Warwick, K. (2014). The Cyborg Revolution. *NanoEthics*, 8(3), 263-273. <https://doi.org/10.1007/s11569-014-0212-z>
- Wittgenstein, L. (2009). *Wittgenstein I: Tractatus Lógico-Philosophicus, Investigaciones Filosóficas, Sobre la certeza*. Gredos.
- Writer, B. (2019). *Lithium-Ion Batteries: A Machine-Generated Summary of Current Research*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16800-1>

Forma de citar este artículo

Duarte Arias, D. A. y Ortega Chacón, O. (2024). Ya no somos Homo Sapiens: exploración a los desafíos del Homo Tecnologicus. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 279 - 295. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18749>



Modelos de práctica docente de futuros profesores de física: entre normativas y posibilidades

- Teaching Practice Models of Future Physics Teachers: Between Regulations and Possibilities
- Modelos de práctica docente para futuros profesores de física: entre normas e posibilidades

Resumen

Este artículo indaga la incidencia de la política pública en el modelo de práctica docente de un programa de formación inicial de profesores de Física, mediante el análisis de contenido del documento de autoevaluación de un programa de Licenciatura en Física, el cual está adjunto a una universidad pública colombiana. Los resultados evidencian que la resolución 18583 de 2017 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), prescribe una práctica docente modelica que pareciera encaminarse a una racionalidad técnica. Asimismo, en los documentos de autoevaluación es notorio el impacto de esta reglamentación, en los que se hace presente un posible desfase entre el marco referencial y la programación; esto es, las condiciones necesarias para desarrollar un modelo de práctica educativa acorde con los planteamientos teóricos. Finalmente, se concluye que es necesario generar condiciones para fortalecer el vínculo entre Universidad-Escuela, acercándose a la racionalidad crítica: reconocer sujetos y roles, contextos y problemáticas educativas, así como generar comunidades de práctica y políticas públicas que consideren a todos los actores implicados en los procesos de formación inicial.

Palabras clave

formación de profesores de física; políticas educativas; práctica docente; relación universidad-escuela

Abstract

This article investigates the impact of public policy on the teaching practice model of an initial teacher education program for Physics teachers, through the content analysis of the self-evaluation document of a Bachelor's program in Physics, which is attached to a Colombian public university. The results show that education Resolution 18583 of 2017 from Ministry of Education (MEN), prescribes a teaching practice model that seems to be directed towards technical rationality. Likewise, the impact of this regulation is noticeable in the self-evaluation documents, where a possible gap between the referential framework

Lisbeth Lorena Alvarado-Guzmán* 
Nelson Enrique Hoyos** 
Carlos Uribe Gartner*** 
Jaime Cortés**** 

* Estudiante de doctorado en Educación para las Ciencias en la Universidade Estadual Paulista UNESP, São Paulo, Brasil. Profesora de la Facultad de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle, Cali-Colombia. lisbeth.alvarado@correounivalle.edu.co

** Estudiante de doctorado en Educação para a Ciência de la Universidad Estadual Paulista UNESP, São Paulo, Brasil. Magister en Educación con énfasis en Enseñanza de las Ciencias, Universidad del Valle. Profesor Facultad de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle. nelson.hoyos@correounivalle.edu.co

*** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona. Profesor titular de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Física, Cali (Colombia). Universidad del Valle. E-mail: carlos.uribe@correounivalle.edu.co

**** Magister en Educación con énfasis en enseñanza de las Ciencias, Universidad del Valle. Profesor de Educación básica y media. jaime.cortes@gmail.com



and the programming is present; that is, the necessary conditions to develop a model of educational practice in accordance with theoretical approaches. Finally, it is concluded that it is necessary to generate conditions to strengthen the link between University-School moving towards critical rationality: recognizing subjects and roles, contexts and educational issues, as well as generating communities of practice and public policies that consider all the actors involved in initial teacher education processes.

Keywords

physics teacher education; educational policies; teaching practice; university-school partnerships

Resumo

Este artigo pesquisa a incidência da política pública no modelo de prática docente de um programa de formação inicial de professores de Física, através da análise de conteúdo do documento de autoavaliação de um programa de Licenciatura em Física, que está vinculado a uma universidade pública na Colômbia. Os resultados evidenciam que a Resolução 18583 de 2017 do Ministério da Educação Nacional (MEN), prescreve uma prática docente modelo que parece encaminhar-se para uma racionalidade técnica. Além disso, o impacto desta regulamentação é notório nos documentos de autoavaliação, nos quais se faz presente um possível desfasamento entre o marco referencial e a programação; isto é, as condições necessárias para desenvolver um modelo de prática educativa de acordo com os pressupostos teóricos. Por fim, conclui-se que é necessário gerar condições para fortalecer o vínculo entre Universidade-Escola, aproximando-se da racionalidade crítica: reconhecer sujeitos e papéis, contextos e problemáticas educativas, bem como gerar comunidades de prática e políticas públicas que considerem todos os atores envolvidos nos processos de formação inicial.

Palavras-chave

formação de professores de física; políticas educacionais; prática docente; relação universidade-escola

Introducción

Colombia tiene una larga historia de ordenamientos legales en la formación inicial de profesores. Actualmente, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) realiza la evaluación externa del cumplimiento de las condiciones mínimas de calidad de los programas académicos según su campo, otorgando o renovando el llamado Registro Calificado (RC); instrumento que el Estado colombiano emplea para validar que los programas académicos de Educación Superior ofertados en el país cumplen lo dispuesto en la Ley 1188 del 2008, que regula el RC y las correspondientes condiciones de calidad, institucionales generales y específicas de cada área. Estas últimas condiciones para los programas de formación inicial de profesores —en Colombia, denominadas Licenciaturas— se estipulan actualmente en la resolución 18583 de 2017 del MEN.

La pregunta que orientó la investigación fue: ¿Cómo se ha planteado la práctica formativa en la formación inicial de profesores de Física en Colombia, según esta normativa, y en los Documentos maestros (DM) —documentos oficiales que las instituciones presentan al MEN— para solicitar el otorgamiento o renovación del RC de sus programas?

Antecedentes

Contexto de los programas de formación inicial de profesores en Colombia

La investigación desarrollada por Arias *et al.* (2018) muestra el estado de los programas de Licenciatura activos a junio de 2016 en Colombia desde su cobertura regional, indicadores de calidad y la experiencia de las

comunidades académicas a través del análisis de los datos del SNIES, SPADIES, Saber Pro y OLE.¹

Arias *et al.* (2018) señalan que tres regiones concentran, especialmente en zonas urbanas, los programas de formación de profesores en Colombia: Bogotá, con el 26%; Antioquia y Chocó, con el 20%; y, en el suroccidente, Cauca, Valle del Cauca y Nariño, con el 16% (p. 144). Los programas del área (Ciencias Naturales y Educación Ambiental), representan 8% del total de las Licenciaturas del país (p. 142). Además, esta área tiene el porcentaje más alto de acreditación, con un 24% (9 licenciaturas entre 38 programas) (p. 157), pero presenta una baja demanda comparativa, ocupando el sexto lugar en demanda y el quinto en la tasa de admitidos y matriculados.

Los estudiantes matriculados en programas de Educación pertenecen en su mayoría a estratos 1 y 2 (82,5%); el promedio de ingreso salarial profesional en Ciencias de la Educación es menor en comparación con otras áreas: \$ 1 399 385 hombres; \$ 1 243 770 mujeres (p. 284)

Estos factores requieren ser tenidos en cuenta en los programas de formación de profesores de Física, pues afectan la deserción y la graduación en los programas, así como su incorporación a instituciones educativas antes de terminar la formación inicial. El documento de acreditación analizado corresponde a uno de estos programas de formación de profesores de Física.

1 Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES); Sistema para la Prevención de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES); prueba estandarizada que presentan todos los egresados de las Universidades del país en competencias genéricas y específicas (Saber Pro); Observatorio Laboral de Educación (OLE).

Marco teórico

Problemas en la formación inicial de profesores desde la relación teoría-práctica: hacia una relación escuela-universidad no jerárquica

La relación teoría-práctica, en los modelos de formación de profesores, ha sido foco de diferentes investigaciones y ha generado múltiples propuestas y desarrollos desde hace más de cuatro décadas (Schon, 1992; Freire, 1997; Villa, 1998; de Aragón, M. B., 2004; Miranda, *et al.*, 2006; Quero, 2006; Diniz-Pereira, 2011; Tardif, 2014; Bastos y Nardi, 2018, entre otros). Sin embargo, aunque estas investigaciones muestran la imperiosa necesidad de considerar esa relación como elemento nuclear en los programas de formación inicial, persisten problemas “epistemológicos, institucionales, históricos, formativos, profesionales y comunicativos” (Álvarez, 2012, p. 3) que dificultan el cambio de modelo formativo.

Frente al problema epistemológico, el profesor Diniz-Pereira (2014) hace un recuento de los diferentes paradigmas en la formación de profesores basados en tres tipos de racionalidad: técnica, práctica y crítica. En la primera, la educación es vista como una ciencia aplicada, y el profesor como un técnico que aplica las reglas científicas y pedagógicas (Carr y Kemmis, 1986; Schön, 1983). En la formación inicial se privilegian las asignaturas científicas, dejando para la práctica profesional el desarrollo de las “habilidades” para aplicar la teoría; por otra parte, la relación universidad-escuela es jerárquica y unidireccional, pues la escuela es entendida como el lugar donde se aplica asépticamente la teoría construida en la universidad. En la racionalidad práctica, el profesor es un profesional que reflexiona, cuestiona y examina su práctica pedagógica, un proceso complejo que requiere deliberar en situaciones de incerteza, irreductibles al control técnico. Así, la escuela se entiende como escenario de procesos de formación endógenos con estudiantes, docentes y comunidad educativa, afectados por la sociedad y la cultura (Oliveira, 2019). Por último, en la racionalidad crítica la educación se concibe como actividad social, problemática, históricamente localizada e intrínsecamente política, afectando las elecciones de vida de aquellos envueltos en el proceso; el profesor es alguien que plantea problemas, al modo sugerido por Freire (1998) en su “diálogo de surgimiento de problemas”.

Estos paradigmas, lejos de la simplificación aquí presentada, se integran en redes de sentido asociadas a los roles de las instituciones, los sujetos, los conocimientos, discursos y prácticas, lo cual muestra la complejidad y a la vez la importancia de problematizar las concepciones sobre la relación teoría-práctica y sus desdoblamiento en el currículo. Así, las investigaciones y los propios docentes en ejercicio han apuntado al reto de construir propuestas de formación que materialicen modelos basados en las racionalidades práctica y crítica, alejándose de la técnica, en donde se les reconozca como sujetos de conocimiento y

transformación social. Por tanto, es importante cuestionar qué se requiere para implementar modelos de práctica en la formación de profesores que se alejen de la racionalidad técnica y contribuyan a la formación de profesores de Física en Colombia.

Condiciones para una praxis docente en la formación inicial docente

En Latinoamérica, y particularmente en Colombia, la formación inicial de profesores se desarrolla principalmente en las Universidades y centros universitarios. Esto, por un lado, contribuyó a una profesionalización de los docentes, pero también generó una distancia con la escuela. Como mencionan Marcelo y Vaillant (2018, p. 36), la separación entre teoría y práctica, entre racionalidad técnica y epistemología de la práctica, está asociada al intento de dotar a la formación inicial docente de un carácter superior y universitario. En este sentido, las relaciones universidad–escuela y estado–universidad son centrales en el problema de la práctica y tienen influencia en los límites y posibilidades de la práctica docente y de los modelos de formación inicial.

En la publicación “Hacia una formación disruptiva de docentes: 10 claves para el cambio”, los profesores Marcelo y Vaillant (2019) analizan los retos en la formación docente y resaltan la necesidad de:

- a) Repensar las relaciones entre las instituciones formadoras y los centros educativos que han estado pautadas [...] en la dinámica de “la laguna de los dos mundos”;² b) revisar el currículum formativo

2 Se refiere al divorcio que existe entre la formación inicial y las prácticas profesionales, en cuanto los estudiantes perciben que estas poco tienen que ver con los conocimientos y las normas de actuación en la institución formadora (Marcelo García, 2007).

en formación inicial docente y dismantlar la tradicional separación que se ha dado entre los contenidos disciplinares, los pedagógicos y las prácticas; c) Resaltar el papel de las y los formadores, que no solo están en la Universidad, estableciendo criterios de selección en los que prime la experiencia docente en el nivel educativo en el que se va a formar y menos la producción investigadora (artículos, libros); d) Reflexionar acerca de las tecnologías digitales que podrían ayudar a incorporar ejemplos de la práctica en la formación inicial. (p. 41)

Lo anterior muestra la necesidad de reformas y modelos de formación que consideren como foco el futuro profesor de física y el desarrollo de experiencias que posibiliten su reflexión crítica. Esto requiere romper con la hegemonía del “lobo solitario” e incorporar y/o construir comunidades de práctica y redes de desarrollo profesional. En este sentido, es importante transformar la relación entre escuela y universidad en busca de articular la formación inicial con las siguientes etapas del aprender a enseñar: tanto el desarrollo profesional, la inserción laboral (Marcelo y Vaillant, 2018, p. 28) y el estado tienen un rol fundamental en esta transformación. Por ejemplo, en la valorización de esta profesión y en devolver la confianza en los maestros para mejorar sus condiciones de trabajo (Vaillant, 2013). Esta tarea es muy importante en el contexto colombiano, pues siendo la profesión docente poco remunerada y reconocida socialmente, a la que acceden personas de clase media y/o media-baja, toda política educativa requiere contribuir a mejorar las condiciones salariales y sociales de los profesores.

Metodología

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación, los datos de partida son los “Documentos maestros” (DM) de los programas de formación

de profesores de física que tienen registro calificado vigente y que accedieron a participar en la investigación, compartiendo el documento bajo acuerdo de confidencialidad. De los tres documentos recibidos, en este artículo se reporta el análisis de uno de ellos, pues evidencia cambios atendiendo a los requerimientos de la 18 583 del 2017. Dada la naturaleza de estos datos y la pregunta de investigación, la metodología conveniente es el Análisis de Contenido (AC) (Bardin, 1979). Para orientar la construcción de las categorías de análisis se utilizó el modelo de PPP de Vasconcellos (2014).

Elementos presentes en la constitución de un Proyecto Político Pedagógico (PPP)

La construcción de un proyecto educativo institucional hace parte del proceso de planeación. Una mirada crítica de este proceso lleva a considerarlo como un aspecto esencial para la autonomía del profesor y una apuesta por la transformación social de la educación. Vasconcellos (2014), retomando la estructura del Proyecto Educativo del equipo Latino Americano de Planeación (ELAP), menciona que, al hablar del Proyecto Político Pedagógico (PPP), se resaltan “desde las dimensiones más específicas de la institución (comunitarias, administrativas y pedagógicas) hasta las más generales (políticas, culturales, económicas, etc.)” (p. 169) y propone tres elementos centrales en un PPP: 1) Marco Referencial: evidencia el posicionamiento político, pedagógico, epistemológico y axiológico del grupo que participa en la construcción del PPP y se subdivide en los marcos situacional, operativo y filosófico; 2) diagnóstico: muestra la lectura de contexto y los sujetos en la realidad donde se desarrolla el programa de formación; y 3) programación: es el proceso mediador entre la realidad y la finalidad, pues es la materialización de las decisiones en términos operativos y curriculares (Vasconcellos, 2014, p. 170). Estas categorías fueron usadas para organizar el análisis de los DM en sus dimensiones teórica, contextual y práctica. Así, la organización del análisis se desarrolló considerando inicialmente 1) el preanálisis, donde se exploró la estructura del DM, se realizó una lectura fluctuante, caracterizando aspectos generales; 2) la exploración del material y la categorización o tratamiento de resultados, haciendo uso del software Atlas Ti (versión 8), se utilizaron códigos pre elaborados correspondientes a las preguntas orientadoras en el preanálisis y las categorías asociadas a los elementos que constituyen un PPP (Vasconcellos, 2014) y a otros códigos emergentes (figura 1), y 3) la categorización donde se desarrollaron las inferencias y análisis. A partir de las categorías y preguntas orientadoras, se construyeron las inferencias y análisis asociados a la comprensión de la práctica que emerge desde el DM de la universidad objeto de este estudio.

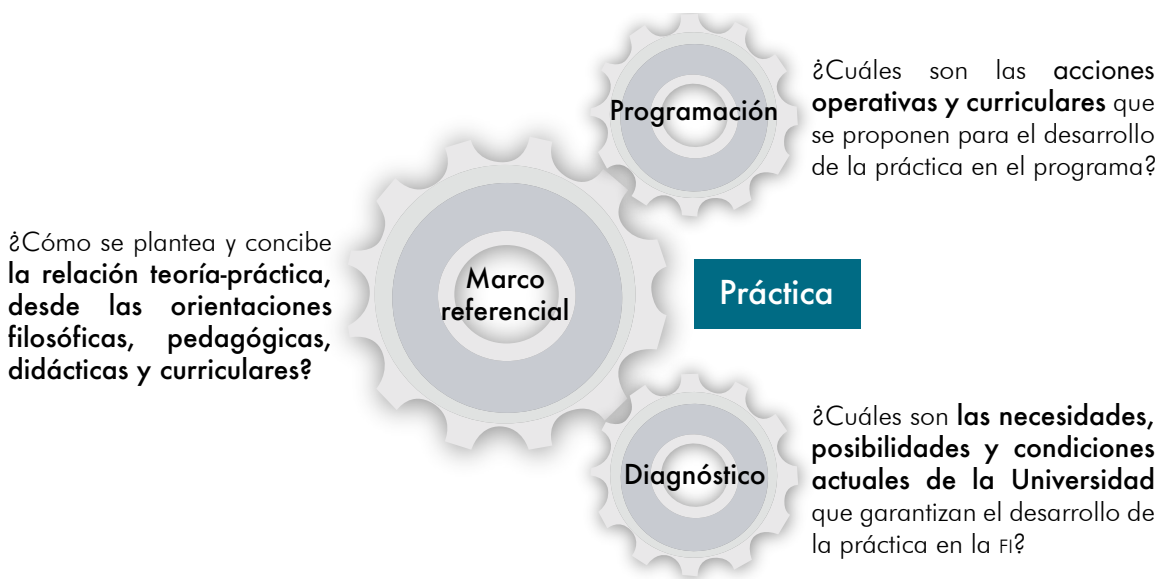


Figura 1. Códigos y preguntas del proceso de análisis del DM

Fuente: elaboración propia (FI: Formación Inicial)

Resultados y análisis

A continuación, se presentan los análisis de la resolución que introduce los cambios en el 2017 y el documento maestro.

La práctica en la formación inicial docente según la resolución 18583 de 2017 del MEN

Una de las condiciones específicas de calidad para obtener el RC de cualquier programa es el “establecimiento de unos contenidos curriculares acordes con el programa que se ha establecido y que permitan garantizar el logro de los objetivos y sus correspondientes metas” (art. 2º). Otra disposición ordena al MEN fijar, en consenso con las comunidades académicas, mediante resolución:

Las características específicas de calidad de los programas de educación superior. En el proceso de definición de dichas características se identificarán los

elementos generales de cada programa, sin perjuicio de que las instituciones de educación superior puedan incluir en sus currículos elementos que los particularizan, en virtud de no afectar la potestad constitucional en materia de la autonomía universitaria. (Ley 1188/ART. 2º del MEN, 25 de abril del 2008)

En desarrollo de este mandato, en lo referente a las licenciaturas, y luego de varios intentos frustrados, el MEN expidió el 15 de septiembre de 2017 la resolución No. 18583 de 2017, vigente a la fecha de escritura del artículo (agosto del 2022). Llama la atención su amplia extensión, su verbosidad, poco usual en un instrumento normativo. De hecho, bien podría calificarse como una especie de “tratado académico teórico, descriptivo y prescriptivo, sobre la formación ideal del maestro o maestra modélico”. En efecto, desde una perspectiva más analítica, esta norma podría caracterizarse por una desmesurada ambición sobre lo que debe saber y saber hacer el novel

licenciado al recibir su título, cuyo logro pleno en el tiempo previsto demandaría capacidades de aprendizaje muy excepcionales, así como una disponibilidad de recursos institucionales de diversa índole no acorde con el contexto.

Es notorio el énfasis en la normativización de la “práctica profesional supervisada del docente en formación inicial” (entrecomillado que usamos para designar conceptualmente las dimensiones no teóricas del currículo). Presenta, a modo de definiciones, los términos práctica pedagógica, práctica educativa, práctica docente y sus combinaciones.³ Es patente la ambigüedad en el repetido uso de tales términos. Se establece que se han de dedicar a esta dimensión de la formación al menos 40 créditos, lo que equivale a 1920 horas (siendo 1 crédito equivalente a 48 horas de dedicación del estudiante en cualquiera de sus formas); en un programa de 160 créditos ello corresponde al 25 % del programa. Tipifica nueve posibles tipos de práctica profesional, yendo mucho más allá del ejercicio docente en escenarios escolares formales; entre ellos incluye algunos tan complejos como: “apropiación y uso pedagógico de mediaciones educativas propias de la educación abierta y a distancia, con el uso de medios masivos de comunicación y tecnologías de la información y la comunicación” (Resolución 18583, literal 3.2).

Todas estas condiciones asociadas a la práctica corresponden a decisiones curriculares que para ser materializadas precisan recursos e infraestructuras de diversos tipos, así como una formación y políticas institucionales para su desarrollo por parte de los formadores e instituciones que intervienen en el proceso de formación. En ese sentido, la resolución dejó un gran vacío sobre las condiciones, recursos, roles y sujetos que colaboran en los diversos espacios formales e informales, pero enfatizó en la distribución del tiempo y los créditos, la secuenciación de la práctica que “debe aumentar a medida que los estudiantes avanzan en su carrera” y la práctica docente en el aula que se ubica “durante los períodos finales de la misma” y sus posibles productos: “diseño de unidades y materiales didácticos, evaluación curricular y sistematización de experiencias educativas” (Resolución 18583, p. 8). Asimismo, los convenios con instituciones educativas o escenarios para el desarrollo de las prácticas son una condición para la renovación o modificación del registro calificado por parte de los programas. En la resolución 18583 se menciona:

Para obtener, renovar o modificar el registro calificado, las instituciones de educación superior deben demostrar la celebración de convenios con instituciones

3 Se entiende por práctica pedagógica el proceso de formación, conceptualización, observación, transposición, interacción o intervención, investigación, innovación y experimentación en escenarios escolares. [...] Se entiende por práctica educativa el proceso de formación, conceptualización, investigación e intervención adelantadas en múltiples contextos socioculturales y con diversos grupos poblaciones. [...] La práctica docente, ejercida mediante la experiencia directa en aula, hace parte de la práctica pedagógica [...] La práctica pedagógica y educativa está organizada de forma tal que, en dicho proceso, el estudiante de licenciatura se convierte en protagonista de una reflexión sistemática sobre su propia práctica para mejorarla y garantizar su aprendizaje (Resolución 18583).

educativas para el desarrollo de las prácticas pedagógicas, o contar con escenarios propios para el desarrollo de dichas prácticas; vale decir, escuelas, colegios o institutos adscritos a las universidades como espacios formativos pertinentes y relacionados con el futuro desempeño profesional y laboral de los licenciados. (Resolución 18583, literal 3.2)

Es importante que las universidades puedan determinar estos convenios y, de acuerdo con su perfil y autonomía, precisar cuáles serían los espacios formativos en los que sus estudiantes pueden desarrollar sus prácticas. En esa misma vía, la resolución ubica estos convenios en la “relación con el sector externo” y “deben permitir a los programas de Licenciatura ofrecer espacios adecuados para la práctica pedagógica conforme a lo señalado en el numeral 3.2 de la presente resolución”.

Al indagar sobre los formadores, en el apartado 3.7 denominado “Personal docente” propone como condición que “la planta profesoral debe incluir, en su mayoría, profesores con un nivel adecuado de investigación y producción académica, con manejo de una lengua extranjera, y profesores involucrados en la relación del programa con el sector externo”, lo cual deja el interrogante sobre quiénes son los profesores involucrados en la relación del programa con el sector externo. También menciona que “La institución de educación superior debe demostrar que mínimo el 25 % de sus docentes de tiempo completo, con los que contará el programa de Licenciatura, tienen experiencia de aula en los niveles de educación inicial, preescolar, básica o media” ¿Cómo se fija este porcentaje? ¿Qué relación tiene con la gestión de la práctica? Todos estos aspectos pueden ser vistos como producto de una racionalidad técnica de la práctica y una visión hegemónica y unidireccional de la universidad sobre la escuela.

Características generales del Documento Maestro

El DM analizado es para la renovación del registro calificado del programa objeto de análisis. Al inicio, presenta algunas modificaciones realizadas a la luz de la resolución 18583 del 2017, enfocadas a: 1) número de créditos, que pasan de 162 a 160, 2) reorganización de los espacios académicos de formación de profesores de física, 3) inclusión de un apartado sobre el fundamento epistemológico de la formación en donde se distingue *la formación para la crítica reflexiva, la autonomía y la docencia-investigación* 4) ajuste del perfil del egresado y el impacto en la sociedad, y 5) ajuste de la jornada a presencial, anteriormente presencial diurna (DM, 2018, p. 12-13). También menciona que “el programa de Licenciatura en Física llevó a cabo una reforma curricular con el fin de ajustarse a las directrices trazadas en la resolución 18583 de 2017 del MEN (DM, 2018, p. 12)”. En ese sentido, en el documento se menciona que el “documento se organiza en secciones que corresponden a los lineamientos exigidos por el Consejo Nacional de Acreditación (DM, 2018, p. 3)”. Por ello, cuenta con diecisiete apartados en los cuales se contemplan las tres condiciones de calidad de la resolución 18583 del 2017: Denominación, Contenidos curriculares del programa y Organización de las actividades académicas. En el DM las dos primeras coinciden y la última se presenta desglosada en siete apartados. Este DM contiene cinco apartados más, por fuera de anexos y bibliografía, referidos a la justificación del programa, el proceso de autoevaluación, descripciones del seguimiento a los egresados del programa y a los mecanismos de selección y evaluación de ingreso de docentes y estudiantes y la estructura administrativa y académica del programa. Esto se alinea con lo mencionado

por Vasconcellos (2014), sobre las dimensiones del PPP que van desde las más específicas de la institución (comunitarias, administrativas y pedagógicas) hasta las más generales (políticas, culturales, económicas, etc.)” (Vasconcellos, 2014, p. 169). A continuación, se presentan los análisis a partir de las tres categorías: Marco referencial, Diagnóstico y Programación.

Marco referencial ¿Cómo se plantea y concibe la relación teoría-práctica?

El marco referencial es la respuesta a la pregunta por la finalidad de la educación en un sentido amplio y se divide en tres apartados: el marco situacional, que busca una conciencia de la realidad amplia y general donde se inscribe el PPP; el marco filosófico, que da respuesta a esa visión de hombre que queremos formar y la sociedad a intervenir; y, por último, el marco operativo que busca responder a cómo debería ser el desarrollo desde dimensiones pedagógica, comunitaria y administrativa para llegar al ideal de formación.

Al analizar el DM, se presenta un marco situacional desde la pertinencia y la justificación del programa de formación. Así, se mencionan que actualmente en el país se cuenta con “apenas cinco programas de Licenciatura en Física ubicados principalmente en Bogotá, con uno en Sincelejo y otro en Medellín que se extiende a su región” (DM, 2018, p. 28) y que estos programas son ofrecidos por instituciones de educación superior acreditadas por el MEN. Así mismo, sostienen que frente a la alta demanda de profesores de Física y la poca oferta, “Actualmente la gran mayoría de los profesores de Física provienen de carreras profesionales como: Licenciatura en Física, Licenciatura en matemáticas y Física, la carrera de Física, ingeniería Física, y más recientemente las licenciaturas en Ciencias Naturales con énfasis en Física”. [...] Estos profesores se desempeñan en la educación básica, media y universitaria (DM, 2018, p. 28). Por último, afirman que las modificaciones reglamentarias de la educación expedidas por el MEN son las que constituyen el principal generador de cambios en la formación profesional de los maestros, que imparten las universidades, esto es “Ningún otro campo de formación profesional ha sufrido tanta intervención por parte del estado como el sector de la educación” (DM, 2018, p. 30).

Observamos que la conceptualización de la práctica se da desde los enfoques de la epistemología de la práctica y las pedagogías críticas, por lo cual tiene un marcado énfasis en la reflexión sobre la práctica. En ese sentido, el saber pedagógico, que hace parte de los saberes docentes, se construye en la reflexión sobre la práctica y por tanto en la práctica pedagógica. Esto se evidencia en:

[...] el saber pedagógico como parte del conocimiento profesional del profesor, tiene una naturaleza práctica, es decir que se construye conscientemente a partir de la reflexión sobre la práctica. En definitiva, cuando se asume la práctica pedagógica en su acepción más contextualizada a la realidad de

la escuela (colegio, institución educativa) se comprende cómo el saber pedagógico no lo constituyen solamente teorías ajenas al sujeto-persona-, sino que también lo constituye el conocimiento acerca de la actuación profesional desde miradas locales, es decir situadas. (DM, 2018, p. 17)

En ese sentido, en el marco referencial se conceptualiza la formación de profesores como una formación para la reflexión que articula la práctica pedagógica. A lo largo del documento se refieren a esta como una actividad, espacio académico de formación, proceso formativo, esto es:

[...] Así, la concepción de práctica pedagógica como actividad en espacios o escenarios concretos de interacción del profesor con sus estudiantes en términos de su formación, resulta tener un mayor sentido y coherencia para el PCLF (Proyecto Curricular de Licenciatura en Física), en especial porque la idea de práctica pedagógica como reflexión (Schön, 1992), (Schön, 1983) sobre la enseñanza —dependiendo de los escenarios y vivencias— se asume como proceso formativo gradual, en donde se desarrollan y fortalecen las competencias docentes en torno a la enseñanza de la Física con una trayectoria que va desde lo observacional, lo intencional no participante, lo observacional participante, hasta intencional crítico y transformador. (DM, 2018, p. 19)

Es importante resaltar que, en la *trayectoria* propuesta en este modelo de formación, pareciera que lo que es gradual es la “acción” del estudiante en el espacio, pues se distingue lo observacional de lo observacional participante, así como lo intencional no participante, de lo intencional crítico y transformador, tal vez haciendo alusión a los procesos de desarrollo profesional que van teniendo lugar al asumir la

responsabilidad de planear y ejecutar acciones en un espacio educativo.

Otra característica que resalta en la conceptualización sobre la práctica es su relación con la formación en investigación, que está asociada a la racionalidad práctica y al profesor reflexivo e investigador. Es justamente articulado a la formación para la investigación en acción que aparece una conceptualización sobre la práctica docente que desde la Universidad es vista como *una práctica pedagógica intensiva* (DM, 2018, p. 20), sin describir lo intensivo en donde estaría ubicado, como si lo hace la resolución que la ubica directamente en el aula de clase. No se encontró una conceptualización sobre la práctica educativa, excepto la cita que se recoge de la resolución 18583 y otra en donde se enmarca la práctica pedagógica en la práctica educativa, de manera sucinta. Esto es:

La práctica Docente (PD) está enmarcada en la tríada investigación - participación – acción. Es decir, que los estudiantes docentes (ED) realizan acciones como el reconocimiento del complejo entramado de relaciones presentes en la institución educativa o escenario donde efectúan la práctica. [...] La práctica docente también permite la resignificación de los conocimientos profesionales del profesor de Física y por ende de su conocimiento didáctico del contenido, del conocimiento del contexto y del conocimiento teórico. (DM, 2018, p. 73)

Por otro lado, es notorio que la conceptualización sobre la práctica docente y las modificaciones a la organización curricular se amalgaman con las solicitudes del decreto 18583. Así, menciona que la reforma curricular está de acuerdo con lo requerido en la resolución 18583, en la que la separación entre saberes pedagógicos, didácticos,

específicos y la práctica, persiste. Esto va en contravía de lo mencionado por Vaillant y Marcelo, frente al reto de dismantelar la tradicional separación que se ha dado entre los contenidos disciplinares, los pedagógicos y las prácticas.

Diagnóstico ¿Cuáles son las necesidades, posibilidades, de la Universidad y del programa?

El diagnóstico es una lectura tanto del contexto como de los sujetos en la realidad donde se desarrolla el programa de formación y responde a la pregunta ¿Qué hay? Así, en el DM se reconocen las características de los estudiantes que ingresan, los egresados y los formadores universitarios que participan del programa. Sin embargo, no hay una descripción de los profesores en ejercicio con quienes se establece el contacto para la práctica en los diferentes escenarios, que se convierten en contextos reales de acción de los futuros profesores.

En el documento se pone en evidencia que los estudiantes ingresantes provienen de clases sociales desfavorecidas, lo que se corresponde con lo mencionado por Arias *et al.* (2019). Sin embargo, su descripción es sucinta y no permite ver una distribución por género, edad, estrato socioeconómico, regiones de donde provienen estos estudiantes, entre otras. Frente a las *minorías étnicas, indígenas y desplazados* mencionan: “Particularmente, en el PCLF hay un reducido número de estudiantes que pertenecen a etnias indígenas, afrodescendientes, reinser-tados, desplazados que amerite matrícula especial” (DM, 2018, p. 139). Así, entre el 2011-2017, 16 personas pertenecientes a estos grupos participaban del programa.

El programa desarrolló una encuesta dirigida a sus egresados para determinar su impacto, donde se destaca que “todos los egresados estén empleados e incluso sean requeridos por el mercado antes de graduarse” (DM, 2018, p. 115) y el 73% laboran en Bogotá y un 93% “en general, se desempeñan como profesores de Física y Matemáticas, profesores-investigadores, coordinadores académicos, investigadores, asistentes de investigación, becarios, consultores académicos” (DM, 2018, p. 120).

Por tanto, un elemento que resalta en el diagnóstico es la alta empleabilidad de los egresados del programa, lo cual trae como fenómeno singular el que los estudiantes sean “requeridos por el mercado antes de graduarse”. Esto implica que los estudiantes de últimos años, en los cuales desarrollan la práctica docente, ya estarán como profesores con la responsabilidad *in situ*, trayendo consigo dinámicas que pueden resultar enriquecedoras para la reflexión sobre su práctica profesional.

Frente a los formadores,

Igualmente se destaca la formación académica del equipo docente que cuenta con ocho docentes de planta con nivel de Doctorado y cinco con nivel de

Maestría, igualmente todos los docentes de vinculación especial con nivel de Maestría y algunos de Doctorado, lo cual dinamiza la producción de conocimiento que se aplica en la formación de profesores. (DM, 2018, p. 34)

Lo anterior permitiría cumplir con el requerimiento de la 18583 que exige que mínimo el 25% de sus docentes debe contar con título de maestría o doctorado. Así mismo, al describir la vinculación de los formadores se destaca que solo el 40% son de planta y más del 45% tienen una contratación de hora cátedra. De los 15 profesores de planta, solo el 13,3% son mujeres, lo cual hace parte de la brecha de género en la educación superior. No se evidencia un diagnóstico de las instituciones y/o personas que reciben a los estudiantes de práctica.

Frente a los siete grupos de investigación, dos se enfocan en investigación para la formación de profesores de Física. Esto quiere decir que el programa cuenta con siete grupos de investigación institucionalizados ante la Universidad, cuyos objetos de investigación abarcan tanto la investigación básica de la Física como de la enseñanza de la Física, además de 6 semilleros de investigación, en los que participan estudiantes de pregrado, posgrado y docentes y los estudiantes pueden desarrollar su trabajo de grado.

Programación ¿Cuáles son las acciones operativas y curriculares para el desarrollo de la práctica?

La programación corresponde a las acciones (decisiones materiales, concretas) del programa para movernos de la realidad al deber ser, esto es, su planeación. En ese sentido, en el DM, la práctica pedagógica se materializa principalmente en tres elementos: los espacios

académicos, la práctica docente y la relación entre docencia-investigación.

Para el primero, se resalta que en las modificaciones que se realizaron a la luz de la resolución 18583 se mantuvo el número de créditos dedicados a la práctica y que se distribuyen entre los espacios académicos o asignaturas, en total 50 créditos, que corresponden al 30% del total de créditos del programa. Estos espacios académicos se organizan a través de tres fases (DM, 2018, pp. 47-48):

1. *Observación reflexiva, por medio de espacios académicos como Didáctica de la Física en cuatro semestres, contextos Educativos en dos semestres y PEI en un semestre.*
2. *Reflexión participante, por medio de espacios académicos en torno al estudio de Tecnologías para la enseñanza en dos semestres, el análisis de las necesidades educativas especiales en un semestre y el estudio de métodos de investigación en la enseñanza de la Física durante dos semestres.*
3. *Reflexión integradora, en donde los estudiantes tendrán la oportunidad de desarrollar proyectos conjuntos con las instituciones educativas durante tres semestres en los espacios académicos de Práctica Docente.*

Como se puede inferir, estas fases se desarrollan principalmente en los componentes pedagógico y didáctico, que tiene su contacto con la realidad escolar en los últimos semestres.

La práctica docente requiere lo que en el documento se denomina un “contexto de desarrollo” que se materializa en convenios con instituciones y en donde se busca un contexto de desarrollo real de la escuela. El objetivo de los convenios se enuncia a continuación:

De una manera sucinta, estos convenios se adelantan como parte de la formación profesional de los estudiantes, en contextos específicos donde un profesional puede ejercer la labor de la enseñanza, siempre bajo la tutoría de un docente de la universidad y un representante de la institución. (DM, 2018, p. 65)

Sin embargo, poco se sabe del representante de la institución, sus funciones y los canales de comunicación que tienen con la universidad, entre otros. Los convenios para desarrollar la práctica pedagógica son procurados por la Universidad o el centro universitario (Resolución 18583, 2017). Así, en el DM se enlistan 34 convenios para práctica docente y pasantías, y 13 para práctica pedagógica, en donde se resaltan 4 hospitales y el Instituto Cancerológico. En la práctica docente, la mayoría son colegios e instituciones educativas (24 colegios e instituciones educativas). En el documento se menciona que:

La idea de estos convenios de práctica es que el futuro profesor de Física pueda vivenciar los contextos escolares en los que se desempeña y poder reflexionar sobre el papel de la enseñanza de la Física en la formación de los ciudadanos, esto a su vez lleva a la universidad a valorar el conocimiento profesional de los profesores en ejercicio y su experiencia en la resolución y abordaje de los problemas educativos, en donde los estudiantes en formación pueden aportar a través de proyectos innovadores, producto de sus reflexiones e investigaciones que le proporciona la universidad en los diferentes cursos y seminarios de formación (Resolución 18583, 2017, p. 65)

Se puede interpretar que la dirección de flujo de conocimiento es de la universidad a la escuela, pues los estudiantes son llamados a “aportar con proyectos innovadores, que son producto de las investigaciones y reflexiones que les proporciona la universidad en los diferentes cursos y seminarios de formación”. Es decir, ¿qué exactamente se espera que aprendan los estudiantes en la escuela? Si las propuestas innovadoras son producto de lo aprendido en la universidad, ¿cuál es el papel de la escuela? Como se evidencia, el foco está en lo que el futuro profesor de Física va a apropiarse del contexto, lo cual camina hacia una racionalidad técnica, pues los verbos reflexionar, encontrar, vivenciar, valorar, reconocer, en este apartado podrían asociarse a un saber teórico que se “complementa” con la “realidad”. Por último, con respecto a la relación entre docencia-investigación, el programa plantea la posibilidad de que los estudiantes puedan *desarrollar sus trabajos de grado en modalidades como pasantía de investigación, investigación-innovación, monografía, pasantía de extensión o estudios de posgrado*, siguiendo la tradición de la realización de trabajo de grado al final del programa, pues *crea una dinámica que fortalece la formación inicial para la investigación y para la intervención en instituciones educativas* (DM, 2018, 9.36).

Los resultados anteriores fueron socializados con los formadores de profesores de Física del programa académico de Licenciatura en Física al que pertenece el DM analizado. Coincidimos con ellos que caminar hacia la racionalidad crítica no

solo depende del conocimiento y la voluntad por parte de los formadores en la universidad. Se requieren nuevas prácticas tanto en la escuela como en la universidad, así como políticas públicas que integren la investigación educativa y movilicen los recursos necesarios para atender las necesidades formativas de los futuros profesores de Ciencias.

Conclusiones

Este artículo propone reflexionar sobre la configuración del modelo de práctica en la planeación de un programa de formación inicial de profesores de Física y la incidencia de la política pública en sus alcances y posibilidades. Así, se reconoce que las modificaciones reglamentarias expedidas por el MEN constituyen el principal generador de cambios en la formación profesional de los profesores (en la búsqueda del registro calificado, la acreditación de alta calidad) y los presupuestos conceptuales y teóricos que subyacen de los desarrollos de investigación de la universidad parecieran subsumirse a las prescripciones normativas. Esto se evidencia en los análisis realizados tanto a la resolución 18583 de 2017 y al DM. En el primero se prescribe una práctica docente modélica que pareciera encaminarse a una racionalidad técnica. En el segundo, se evidencia que la reestructuración del plan de estudios se hizo con base en los componentes de esta resolución 18583 y se tomaron como ejes de formación los elementos que se propone en reglamentación. La práctica pedagógica entonces es moldeada con las directrices del MEN en términos de cantidad de créditos, componentes de la práctica, justificación y sentido de la práctica pedagógica, pero en el planteamiento teórico sobre la formación de los profesores se reconoce que es vista como un elemento asociado a la reflexión y los conocimientos teóricos y el saber

pedagógico (asociado a la reflexión sobre la práctica) como componentes intrínsecos del conocimiento profesional profesor-ciencias. Por esto se afirma que hay un desfase entre el marco referencial y la programación, esto es, las condiciones materiales necesarias para desarrollar un modelo de práctica educativa acorde con los planteamientos teóricos.

Se concluye que es necesario generar condiciones para fortalecer el vínculo entre la universidad y la escuela para avanzar en modelos de formación basados en una racionalidad crítica. Esto implica reconocer los sujetos y sus roles, contextos y problemáticas educativas, generar comunidades de práctica, redes y políticas públicas que consideren a todos los actores implicados en los procesos de formación inicial, en lugar de expedir normas que afectan la autonomía universitaria y promueven políticas exógenas. Finalmente, es imprescindible que las universidades, las facultades de educación y formadores de futuros docentes asuman su rol de transformación y de construcción de una Colombia más incluyente y democrática, reconociendo el papel que juega la educación y, en particular, los profesores en el aula y en contextos complejos, asumiendo las regulaciones y/o prescripciones normativas como aspectos que pueden orientar las propuestas de formación de futuros profesores sin que determinen el modelo formativo, se considera que las propuestas de formación de futuros profesores de Física deben estar determinadas por la complejidad de los contextos y por los sujetos que participan en los procesos académicos y de investigación.

Limitaciones del estudio

Esta investigación no describe la realidad compleja y multifacética de la formación inicial de profesores de Física que se desarrolla en los

programas que nos facilitaron sus documentos maestros, entre otras razones por la distancia entre lo que se planifica y lo que se realiza. Asimismo, advertimos las limitaciones metodológicas intrínsecas del AC y del marco analítico desde el que se construyen nuestras categorías de análisis. Los datos presentados en este artículo corresponden a parte de los que se presentan en un libro en preparación.

Agradecimientos

Este artículo es producto del proyecto de investigación “Construcción de un modelo de formación de profesores de Física en el Sur occidente colombiano desde un enfoque cultural” (CI-5322) financiado por la Universidad del Valle, convocatoria Interna 124-2020. Agradecemos a los colegas de las instituciones que nos facilitaron sus DM y que participaron en la reunión de validación de los resultados.

Referencias

- Álvarez, C. Á. (2012). ¿Qué sabemos de la relación entre la teoría y la práctica en la Educación? *Revista Iberoamericana de educación*, 60(2), 12-12.
- Aragón, M. B. (2004). *De la teoría a la práctica en la formación de maestros en ciencias y matemáticas en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Arias, D. H., Díaz, O. C., Garzón, I., León, A. C., Rodríguez, S. P. y Valbuena, É. O. (2018). *Entre las exigencias de calidad y las condiciones de desigualdad: Formación inicial de profesores en Colombia*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Bastos, F. y Nardi, R. (2018). Formação de professores: aspectos concernentes à relação teoria-prática. BASTOS, F.; NARDI, R. *Formação de professores para o ensino de ciências naturais e matemática: aproximando teoria e prática*. São Paulo: Escrituras, 19-46.
- Diniz-Pereira, J. E. (2011). A prática como componente curricular na formação de professores. *Educação (ufsm)*, 36(2), 203-218.
- Diniz-Pereira, J. E. (2014). Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. *Perspectivas em Diálogo: Revista de educação e sociedade*, 1(1), 34-42.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. siglo XXI.
- Marcelo García, C. (2007). La formación docente en la sociedad del conocimiento y la información: avances y temas pendientes. *Olhar de Professor*, 10(1), 63-90.
- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2018). La formación inicial docente: problemas complejos- respuestas disruptivas. *Cuadernos de Pedagogía*, 489, 27-32.
- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2019). *Hacia una formación disruptiva de docentes. 10 claves para el cambio*, Vol. 151. NARCEA Ediciones.

- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2013). *Sistema Colombiano de formación de educadores y lineamientos de política*. MEN. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-345822_ANEXO_19.pdf
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2017). Resolución 18583 del 15 de septiembre del 2017, Por la cual se ajustan las características específicas de calidad de los programas de Licenciatura para la obtención, renovación o modificación del registro calificado.
- Miranda, R. P., Badillo, R. G., de Gallego, L. N. T. y Torres, A. P. G. (2006). El papel de las prácticas docentes en la formación inicial de profesores de ciencias. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5(3), 481-504.
- Oliveira, R. G. (2019). Resignificando a relação escola-universidade pelo tempo: dificuldades, desafios e conquistas. *Revista Inter Ação*, 44(3), 593-608.
- Quero, D. (2006). Formación docente, práctica pedagógica y saber pedagógico. *Laurus*. 12(Ext), 88-103.
- Schön, D. A., Montero, L. y Vez Jeremías, J. M. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. (pp. 320-320)
- Vaillant, D. (2013). Formación inicial del profesorado en América Latina: dilemas centrales y perspectivas. *Revista Española de Educación Comparada*, 0(22), 185-206.
- Vasconcelos, C. D. S. (2014). *Planejamento: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico*. Libertad.
- Villa, M. D. (1998). *La formación académica y la práctica pedagógica*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.

Forma de citar este artículo

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>



Contextos para la enseñanza de las ciencias: Patrimonio Natural y Cultural desde diálogos interculturales

- Contexts for science education: Natural and Cultural Heritage from intercultural dialogues
- Contextos para o ensino de ciências: o Patrimônio Natural e Cultural a partir de diálogos interculturais

Resumen

Este artículo es el resultado de la sistematización de una investigación con experiencias innovadoras en enseñanza de las ciencias, con miras a desarrollar una ciudadanía con sentido de pertenencia en el marco de las prácticas profesionales de profesores en formación inicial. Por tal motivo, se convocó a un grupo de ellos, para diseñar propuestas educativas centradas en los desarrollos del programa sobre el Patrimonio Natural y Cultural de la nación, vinculado a la historia de las ciencias como contexto de trabajo en el aula para la formación en química, con elementos identitarios diferentes y desde una perspectiva intercultural. Consecuentemente, se empleó una metodología centrada en investigación basada en el diseño (IBD) en la que los profesores en formación diseñan, estructuran, validan, implementan y evalúan sus propuestas didácticas desde el marco teórico propuesto. Los resultados obtenidos muestran que, recurrir a esta perspectiva y a los contextos, favorece el trabajo interdisciplinario, pone en diálogo las disciplinas científicas con otros campos de conocimiento; en particular, con los objetos patrimoniales. Así mismo, promueve el tránsito por los distintos tipos de identidades, lo que implica una alta carga motivacional y actitudinal, factor fundamental en los procesos formativos en ciencias.

Palabras clave

didáctica del Patrimonio Natural y Cultural; diseños didácticos; historia de las ciencias; intercultural; práctica profesional docente

Abstract

This article is the result of the systematization of research on innovative experiences in science education, aiming to develop citizenship with a sense of belonging in the context of the professional practices of teachers in initial training. For this reason, a group of them was convened to design educational proposals centered on the development of the program on the nation's Natural and Cultural Heritage, linked to the history of science as a working context in the chemistry education, with different identity elements and from an intercultural perspective.

Andrea Aristizabal Fúquene* 
Royman Pérez Miranda** 

* Doctora en Educación. Docente de la Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. andrearistizabalf@correo.unicordoba.edu.co

** Magíster en Docencia de la Química. Docente emérito de la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia. royman@pedagogica.edu.co



Consequently, a design-based methodology (DBM) was used, in which teachers in training design, structure, validate, implement, and evaluate their didactic proposals from the proposed theoretical framework. The results obtained show that adopting this perspective and working within specific contexts promotes interdisciplinary collaboration, facilitating dialogue between scientific disciplines and other fields of knowledge, particularly, with heritage objects, which implies a high motivational and attitudinal load, fundamental factor in the educational processes in science.

Keywords

didactics of Natural and Cultural Heritage; didactic designs; history of science; intercultural; professional teaching practice

Resumo

Este artigo é o resultado da sistematização de uma pesquisa com experiências inovadoras no ensino de ciências, com o objetivo de desenvolver uma cidadania com sentido de pertença no contexto das práticas profissionais de professores em formação inicial. Por esse motivo, um grupo deles foi convidado para desenhar propostas educativas centradas nos desenvolvimentos do programa sobre o patrimônio Natural e Cultura da nação, ligado à história das ciências, como contexto de trabalho em sala de aula para a formação em química, com diferentes elementos identitários e a partir de uma perspectiva intercultural. Consequentemente, foi utilizada uma metodologia centrada em pesquisa baseada em design (PBD), na qual os professores em formação concebem, estruturam, validam, implementam e avaliam as suas propostas didáticas a partir do referencial teórico proposto. Os resultados obtidos mostram que, adotar essa perspectiva e trabalhar com contextos específicos favorece trabalho interdisciplinar, uma vez que coloca as disciplinas científicas em diálogo com outras áreas do conhecimento; especialmente com objetos patrimoniais. Além disso, promove a exploração de diferentes tipos de identidades, o que implica um alto nível de motivação e atitude, fator fundamental nos processos formativos em ciências.

Palavras-chave

didática do Patrimônio Natural e Cultural; designs didáticos; história das ciências; intercultural; prática docente profissional

Introducción

La historia y la filosofía de las ciencias han sido consideradas en los programas de formación de profesores como una oportunidad para explicar el desarrollo de la ciencia, las elaboraciones teóricas que se han formulado y su constitución como producto de las transformaciones socioeconómicas, así como político-culturales de las naciones. Algunos contenidos y las consecuentes competencias que demandan han de ajustarse a estándares para que se posibilite su abordaje en el aula, como parte de una alfabetización científica. Esto permite a los individuos pensar y enfrentar el mundo para resolver problemas y tomar decisiones responsables ante los múltiples y acelerados desarrollos científicos propiciadores de tecnologías electrónicas y de la comunicación del último siglo. En consecuencia ¿qué compromiso ha de asumir el trabajo en el aula para la formación científica de las nuevas generaciones?, ¿sobre qué y cuáles aspectos de la ciencia han de enseñarse? La elaboración de una respuesta alternativa a los anteriores cuestionamientos sería posible si se consideran elementos históricos en ese trabajo, con el valor agregado que constituye la perspectiva del patrimonio natural y cultural del país o de las regiones.

Matthews (2017) considera que la historia de la ciencia y su filosofía van de la mano y que aquella ha de ser incluida en la formación docente, porque es un componente que le va permitir a los profesores generar motivaciones distintas por la ciencia y del papel que esta cumple en el progreso de una sociedad y de su cultura. Este componente se configura en un ámbito atractivo y motivacional tanto para el profesor como para sus estudiantes. Es así como el valor de la filosofía e historia de la ciencia en los programas curriculares tiene un doble rol: el primero lo constituye la com-

prensión de los fenómenos naturales desde la perspectiva de quien los pensó, problematizó y formalizó en su momento histórico y de cómo estos son valorados y reconceptualizados por los aprendices. Y el segundo, le permite al docente diseñar, enriquecer y fortalecer el material a enseñar (Aristizábal y García, 2012, p. 131)

Otro aporte que Matthews considera fundamental es que el componente histórico en la enseñanza de las ciencias permite establecer vínculos entre temas y disciplinas de las ciencias con otras disciplinas académicas. Los registros históricos ilustran los logros de la humanidad y en ellos se evidencia su interdependencia natural, siendo esta una de las premisas que más cobra sentido en la experiencia educativa que se pretende destacar en este artículo, puesto que centra su atención en conocer qué ciencia hay detrás de las tradiciones. Diseñar y desarrollar un trabajo educativo desde esta perspectiva posibilita establecer vínculos interdisciplinarios, al reconocer y valorar los saberes locales o territoriales, que también pueden ser interpretados y fundamentados desde la estructura de la lógica de las ciencias. Son saberes y conocimientos que coexisten, que se reconocen y se valoran sus formas particulares y diferenciadas de producción, aceptación y aplicación.

Por su parte, Mc Comas (2011) manifiesta que dentro de los esfuerzos que se están haciendo para la inclusión de la historia y filosofía de las ciencias para mejorar los procesos de enseñanza se aboga por definir aspectos como, qué es la ciencia, cómo funciona, cómo operan los científicos como grupo social y cómo la sociedad se dirige y reacciona a los esfuerzos científicos. Este tipo de preguntas puestas en el contexto de las entidades patrimoniales, cobran relevancia, puesto que redirige la atención en conocer qué tipo de saberes o técnicas se desarrollan, a qué tipo de saberes recurren, cómo los utilizan y qué

formas de divulgación se emplean para conservar la tradición. Para generar este tipo de comprensión se requiere de una mirada diferente hacia la formación científica, pues no solo se establece el reconocimiento a las contribuciones de la ciencia de origen occidental, sino que también se reconocen y valoran, desde aquellas otras formas de saberes con validez y sentido en determinados grupos poblacionales.

Esta perspectiva demanda de los programas de formación docente vincular la historia y filosofía de las ciencias en los planes curriculares desde lo intercultural. Aspecto que implica reflexión y análisis en cuanto a la definición de qué aspectos de la historia de la ciencia han de incluirse en los programas de formación docente y con qué propósitos. Lo anterior es lo que motiva a presentar, en este artículo, la sistematización de experiencias didácticas, objeto de investigaciones sucesivas, que vinculan lo anteriormente descrito, desde una lente *histórica e intercultural* puesto que se ha demostrado que quienes la integran en sus discursos y actuaciones tienen una mirada diferente de la actividad científica, favoreciendo nuevas identidades y los fenómenos y conceptos objeto de enseñanza que pueden ser abordados desde diferentes perspectivas y contextos.

Sin embargo, esta vinculación genera nuevos retos y requiere trascender fronteras que no han sido exploradas con interés y detalle, y amerita que no solo se mire a los otros (ciencia occidentalizada), sino también mirarse a sí mismos (saberes locales o territoriales). Esta vinculación da lugar a una integración de las disciplinas como las ciencias de la naturaleza con las ciencias sociales desde una perspectiva intercultural. Y es aquí donde se puede unir con el patrimonio, puesto que en esta se traslapan los estudios ambientales y las narraciones históricas lugareñas que permiten la construcción de una lectura alternativa por parte de quienes se involucran, desde distintos discursos, lo que favorece nuevos vínculos cognitivos, comportamentales y afectivos con las entidades patrimoniales. La enseñanza de fenómenos y conceptos científicos se pueden realizar desde contextos patrimoniales, que le son propios a cada región y país. Esto no solo contribuye a reconocer su territorio, sino que genera interdisciplinariedad de conocimientos y saberes, otorgándole un nuevo valor, sentido y conciencia de lo que ocurre en las regiones. Todo esto contribuye a la identidad cultural que tanto se requiere rescatar, en particular en los países latinoamericanos (Aristizábal, 2018).

Fundamentación de la Experiencia

Los fundamentos conceptuales que dan lugar a la propuesta de diseños educativos, en los espacios de la práctica docente como escenario de investigación en didáctica de las ciencias, parten del principio de que son múltiples los aspectos que hay que considerar para identificar las relaciones que pueden darse en el aula en cuanto a la construcción de conocimiento científico escolar mediado por la cultura. Es esta la razón por la que al enseñar se hace necesario, no solo contemplar las perspectivas globales sino también las perspectivas locales o

regionales esto permite la generación de una relación estrecha con la realidad del país y su diversidad (Melo, 2017).

De acuerdo con lo anterior considerar dichos aspectos para establecer un conjunto de relaciones entre el conocimiento científico escolar y la cultura, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

Lo intercultural y multicultural en la enseñanza de las Ciencias

Se asume lo intercultural como las interacciones entre dos visiones: los saberes locales y los saberes científicos escolares, en acuerdo con Molina y Mojica (2013). Lo anterior implica reconocer la necesidad de una ciencia culturalmente sensible, pero que además requiere de una formación de profesores que reconozca el contexto cultural de los estudiantes para que se superen dichas fronteras. Este cruce se realiza mediante puentes, que no solo vinculan procesos de enseñanza y de aprendizaje, sino que establecen el diálogo, reconocen y conectan la diversidad cultural de la sociedad y de los estudiantes, siendo los profesores quienes despliegan esos puentes entre dichos conocimientos. Se ajusta así, con lo que propone George (2011) en cuanto a la importancia de los puentes, que permiten el tránsito entre un contexto y otro.

Así mismo, Molina y Mojica (2013) hacen referencia a los puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales como una comunicación entre mundos o cruces entretejidos. Estos puentes, como representaciones partícipes de la elaboración de conceptos, se refieren a aquellos que habilitan la comprensión y explicación de los fenómenos naturales y se pueden exportar esas representaciones hacia conocimientos más abstractos. Es así como, desde la perspectiva en la que el contexto

es el puente, el énfasis será la conformación de un ambiente para que emerjan diferentes saberes, y desde allí configurar nuevos conocimientos (Molina y Mojica, 2013). En este punto se vincula, como contexto y puente, el patrimonio natural y cultural de un país, región o territorio.

Es de resaltar que el establecimiento de los puentes, como se afirmó anteriormente, depende de los docentes, puentes que han de facilitar el cruce de fronteras, con unas garantías institucionales y sociales que favorezcan el reconocimiento de la heterogeneidad, lo que se llamaría hibridez cultural, sesgada por una relación de poder y de desigualdad. Es por esto por lo que superar estas exclusiones y transformar las acciones docentes que reconozcan al otro desde su visión del mundo permitiría entablar enlaces con el conocimiento científico escolar donde no solo se implican a los individuos sino también a las comunidades.

De otra parte, se entienden las ciencias como una relación entre culturas y, en este marco, se representa la diversidad cultural. Esta última ha de propender porque el estudiante aprenda a negociar las fronteras que separan dichos mundos culturales, ya que pueden ser vistas como óbice en lugar de espacios de intercambio de conocimientos. (Lopes-Scarpa y Frateschi-Trivelato, 2013). La cultura y el significado se conectan con lo nuevo que le asignen los estudiantes en el marco de su propio contexto (Melo, 2017).

Aquí entra la perspectiva de *lo multicultural*, que implica lo educativo de las ciencias relacionado con lo cultural, sin forzar las creencias incompatibles con la versión del mundo que ha propiciado la ciencia (Williams, 1994). Además, se reconocerían las interacciones entre el conocimiento científico y otras formas de conocimiento y, así, se potencializaría

la enseñanza de las ciencias. Esta perspectiva toma un lugar fundamental en esta propuesta, puesto que vincula el patrimonio natural y cultural, que involucra reconocer, conservar y valorar el patrimonio y que estos también pueden ser analizados y comprendidos desde las ciencias.

Todo lo anterior conlleva una construcción y consolidación de elementos identitarios, si se tiene en cuenta que la identidad se entrelaza con lo histórico y con el patrimonio cultural. Lo propio de la identidad cultural se da con la memoria, el reconocimiento del pasado, con simbolismos y con referencias que auspicien construcciones de futuros posibles (Molano, 2007).

Vincular el patrimonio natural y cultural con los procesos educativos en la enseñanza de las ciencias genera aportes novedosos. Reconocer, comprender y valorar estas formas de conocimiento, permite reconfigurar nuevas identidades que van evolucionando a lo largo de los procesos formativos, Esto permite generar una nueva conciencia de propiedad simbólica, una relación entre el exterior del individuo con su propia estructura identitaria; relación que origina significados de identidad al utilizar el patrimonio como canal compartido de comunicación, tal y como proponen Fontal (2003) y Dueñas y Aristizábal (2017).

Estas identidades, según Fontal (2003), transitan de la siguiente manera:

Identidad Ausente: es la carencia de conocimiento y significado del objeto patrimonial, caracterizada por la ausencia de relaciones patrimoniales, es decir, no le representa nada al sujeto que lo observa.

Identidad Latente: el objeto es reconocido, pero no lo relaciona o identifica como entidad patrimonial.

Identidad Patente: se reconoce el objeto patrimonial y se establecen relaciones de significado y sentido. Se genera identidad patrimonial de manera individual con vínculos de tipo afectivo.

Identidad Expandida: es la exteriorización del objeto identitario, en donde se genera la necesidad de comunicar el vínculo patrimonial desde procesos de pertinencia simbólica y circulación de significados compartidos, generando identidad colectiva.

Un trabajo didáctico en el contexto del patrimonio natural y cultural con profesores y estudiantes, desde esta perspectiva, no solo favorece el tránsito por los diferentes tipos de identidades, sino que también contribuye a establecer diálogos inter y multiculturales entre el conocimiento científico y los objetos patrimoniales. Es necesario identificar inicialmente el tipo de vínculo identitario con la o las entidades patrimoniales, para luego establecer el tipo de tránsito entre las identidades y el tipo de vínculos que se establecen luego del trabajo realizado.

El contexto como escenario en la enseñanza de las ciencias

Un diseño didáctico que posibilite una experiencia de aprendizaje requiere de la armonización de variados elementos, entre ellos, un componente motivacional, que vincule afectivamente a los estudiantes con los objetos de aprendizaje. De igual manera, se requiere de un componente contextual en el que se movilicen los anteriores objetos. Por tanto, los contextos, son escenarios en donde las competencias y su medio operativo, los contenidos, cobran sentido para el estudiantado. Una revisión sistemática sobre los contextos conduce a entenderlos como al conjunto de factores que condicionan el proceso educativo, siendo las relaciones interpersonales y las tensiones de orden social, político y cultural, aquellas en las que mayor énfasis se hace, enmarcándose a la perfección con la definición propuesta por Cole (1999).

Lave y Wenger (1991) sugieren que los contextos se pueden organizar de acuerdo con la finalidad de la acción que impulsa el proceso educativo, se habla entonces de un contexto altamente sistematizado cuando el individuo visibiliza la relación existente entre sus actos y la construcción de significados en un escenario determinado. En contraposición se encuentran los contextos cotidianos en los cuales el aprendizaje es emergente y no está condicionado a situaciones o acciones específicas. En función de la clasificación propuesta por estos autores, es posible reconocer en primera instancia la existencia de un contexto en el cual los contenidos curriculares adoptan forma y cobran sentido en el estudiantado. Cole (1999) define este último como “contexto que enlaza”.

En este marco, el contexto de aprendizaje al que se recurre en esta propuesta es el patrimonio natural y cultural del país o de las

regiones, que da lugar a establecer relaciones entre el patrimonio natural y cultural desde una perspectiva histórica, por lo que es necesario hacer algunas reflexiones al respecto.

Lo histórico y lo cultural en la enseñanza de las ciencias

Las investigaciones en el campo como las de Adúriz-Bravo, Izquierdo y Estany (2002), Matthews (1997), Niaz, (2011), han demostrado que la vinculación de la historia de las ciencias en los procesos de enseñanza ha aumentado la motivación y demostrado que quienes la integran en sus discursos y actuaciones tienen una mirada diferente de la actividad científica, de sus efectos en la sociedad y en la naturaleza, la reconocen como parte central en una alfabetización en ciencias. Estos autores consideran que los profesores de ciencias en su formación inicial, así como en el desarrollo profesional en este campo, obtienen herramientas que les posibilita relacionar sus acciones docentes con sus ideas en el marco de las ciencias de la naturaleza. Así mismo, su introducción en otras áreas, su desarrollo, constituiría parte estructural para la selección de contenidos curriculares además de analizar, en el marco de lo metacognitivo, los planes curriculares de la profesión (Aduriz-Bravo, 2005).

Por ejemplo, un estudio que vincula los estudios históricos y su relación con lo cultural, es la propuesta de Hottecke, Henke y Riess (2010), quienes, en una investigación para la Unión Europea, aportaron lineamientos de política educativa para la educación en ciencias en educación media, con la inclusión de un curso sobre naturaleza de las Ciencias (NOS) que consistió en conocer y valorar los aportes científicos que han realizado cada uno de los países europeos a la sociedad, desde una exploración de tipo conceptual y epistemológica, resaltando los aspectos humanos,

emocionales y sociales de la actividad científica en cada uno de los países. Este proyecto educativo contribuyó a rescatar la historia científica europea y su importante legado a la humanidad. Los hallazgos demostraron que incluir episodios históricos de desarrollo local (cada uno de los países europeos) permitió a los jóvenes europeos reconocer y valorar aún más sus culturas y, lo más importante, se sintieron comprometidos a continuar con el legado.

De lo anteriormente descrito, se destacan las iniciativas educativas de vincular lo histórico con la importancia del legado cultural en las nuevas generaciones, y el programa de formación que aquí se presenta aporta desde la misma perspectiva a la educación en ciencias, al establecer puentes entre las entidades patrimoniales y los conocimientos científicos escolares, puesto que se constituye en un aporte formativo de apropiación diferente de la cultura y ser promotores de ella.

En efecto, el reconocimiento y valoración de lo histórico y patrimonial en la de formación de ciudadanos, con las ventajas y el panorama para proponer modelos, estrategias, actividades e intervenciones que permitan examinar, interpretar, reconocer y hacer propia la actividad científica, son razones suficientes para configurar lo que aquí se presenta. La construcción de estrategias didácticas, basadas en la reconstrucción de la historia de las ciencias, circunscritas al territorio nacional, convoca y posibilita desarrollos de pensamiento acerca de esas ciencias y su cercanía, concita una mayor familiaridad con las ciencias de la naturaleza que desencadena vínculos afectivos, cognitivos, responsables y representacionales de las mismas.

Vínculos entre la Historia y la Didáctica del Patrimonio Natural y Cultural

La didáctica del patrimonio natural y cultural conforma un contexto educativo que relaciona el estudio del medio y de la historia local. Así, quienes se aproximan a él, se implican con su medio social, cultural y político, promoviendo una conciencia histórica que permite construir un futuro mejor. Un análisis histórico del entorno social, incluido en el proceso de formación, conlleva conocimiento y valoración del patrimonio cultural (González-Monfort, 2006). Esto implica un trabajo educativo y es lo que se pretende para la enseñanza de los contenidos científicos para los diferentes niveles educativos.

El trabajo en el aula, basado en los principios didácticos del patrimonio natural y cultural, permite el desarrollo individual de posicionamiento frente a los retos en su entorno que convoca a la acción e intervención (González-Monfort, 2006). Estos son:

- Da lugar a la estructuración y fundamentación de ciudadanía con responsabilidad y apoyada en la intención volitiva de respeto y conservación ambiental,

- Involucra a los estudiantes en interrogantes sobre su ámbito y a una reflexión que los lleva a una construcción de conocimiento sobre el mismo y acrecentar su relación de pertenencia.
- Permite desarrollar pensamiento crítico proyectado a lo social, histórico y cultural.
- Concita a la acción con responsabilidad y a la difusión del conocimiento social construido.
- Permite reflexiones del pasado-presente y futuro.

Estos aportes se vinculan directamente con la enseñanza de las ciencias, puesto que se espera que los profesores en formación conozcan el patrimonio natural y cultural con el que cuentan los respectivos países y regiones para considerarlos como contextos en la enseñanza de los contenidos curriculares científicos. Esta mirada sobre la enseñanza de las ciencias resalta la actividad científica, los fenómenos, los hechos, los eventos, las personas y las soluciones formuladas para la época. También aporta a la didáctica de las ciencias en cuanto al patrimonio natural y cultural para abrir espacios de rescate y valoración de dichos eventos anotados en cuanto a su historia lugareña; en sus saberes comunitarios en favor de la apropiación del conocimiento, el cual se dinamiza en el aula y da lugar al aumento de compromisos de pertenencia del conocimiento que se moviliza en las aulas de clase, porque quien lo enseña como quien lo aprende; adicionalmente, da lugar a un mayor compromiso con su entorno real, lo que demanda del profesor un reconocimiento de su propio país en sus múltiples facetas, como de la información que circula al respecto de esos ámbitos que le son propicios como patrimonio natural y cultural para la enseñanza de las ciencias.

Descripción de la Experiencia

Este caso se llevó a cabo desde una perspectiva cualitativa, dado que ella proporciona una visión más amplia y flexible en lo social, que se centra en lo descriptivo y en la interpretación de realidades locales. Conduce a un conocimiento que permite dar cuenta de una realidad por parte de la comunidad que le ha atribuido nuevos significados a su entorno. El investigador ha de imbuirse en ese ambiente para explorar esa realidad de relación, que para el caso estudiado se refiere a las relaciones que se suscitan en el aula entre sus integrantes.

Se tomó como muestra poblacional objeto a un grupo de estudiantes de licenciatura de una Universidad estatal de las asignaturas prácticas de docencia I y II que conforman la última etapa de profesionalización. Dos muestras de lo realizado por estos estudiantes constituyen un espacio de contrastación de lo planeado desde los principios esbozados en el diseño de lo propuesto. Es de destacar que la propuesta se enfocó en lo que Brown (1992) y Collins (1992) asumen como Investigación Basada en el Diseño (IBD) que incorpora innovación a la investigación en la formación, en este caso en ciencias. La información que arroja este enfoque permite elucidar el funcionamiento de las innovaciones introducidas en la práctica. Por ello y desde ella se presentan en este artículo las experiencias en consideración, con énfasis en el diagnóstico a fin de garantizar procesos educativos eficaces.

De otra parte, la IBD es considerada una iniciativa de innovación que se vincula al diseño didáctico, lo que implica un proceso de revisión permanente en la planeación, implementación, evaluación y rediseño de las propuestas didácticas cualificando de manera permanente los recursos de innovación que son vinculados en las estrategias de enseñanza y de aprendizaje. Este enfoque es flexible en

la medida en que puede ser aplicado en diferentes contextos y no tiene que garantizar que se obtengan los mismos resultados. Esto último cobra importancia en este programa de formación que se reporta en este artículo, puesto que implica el tránsito por los diferentes tipos de identidades de acuerdo con los entes patrimoniales objeto de enseñanza y de aprendizaje.

El trabajo en el marco de la práctica profesional docente se desarrolló de la siguiente manera: en primer lugar, a los docentes en formación se les explicó y se les dio a conocer los fundamentos teóricos de este enfoque y algunas experiencias del trabajo en el aula que vinculan el patrimonio natural y cultural como contextos de enseñanza y de aprendizaje. Se realizaron las discusiones, reflexiones o socializaciones respectivas para consensuar un marco de acción de referencia. En segundo lugar, producto del trabajo que realizaron en los colegios, definieron con los docentes titulares los contenidos objeto de enseñanza. En un tercer momento, se les presentó el modelo de unidad didáctica por desarrollar que consta de los siguientes ítems: Título de la Unidad, contenidos, propósitos educativos, actividades de sensibilización y exploración, definición de las competencias (cognoscitivas, procedimentales y actitudinales), definición de las actividades para el desarrollo de cada una de las competencias y los criterios de evaluación y/o evidencias de aprendizaje. En una cuarta instancia, los profesores en formación inicial realizaron las indagaciones y exploraciones preliminares de los contextos del patrimonio cultural o natural que estimaron pertinentes para la enseñanza de los contenidos científicos. Esta decisión les implicó conocer con mayor detalle sobre el patrimonio natural y cultural de sus regiones o del país, lo que les permitió motivar a sus estudiantes desde esos contextos. Con los anteriores marcos definidos, diseñaron su correspondiente unidad didáctica, validada entre pares en los seminarios de práctica, validación realizada con miras a fortalecerla con los aportes del colectivo de docentes de ciencias en formación.

Para el diseño de la Unidad didáctica se dispuso de dos semanas y de implementación y evaluación aproximadamente dos meses. Los avances y dificultades fueron socializados en los espacios del seminario, escenario de discusión, aportes, reflexión y reorientación de sus gestiones como docentes. Como ejercicio de investigación, socialización y divulgación, los profesores en formación tienen oportunidades de sistematizar y presentar sus experiencias formativas en eventos académicos nacionales e internacionales, varios de ellos están disponibles en formato artículo/memorias en internet. Algunos nombres de unidades didácticas elaboradas por los profesores en formación que han vinculado los contenidos de enseñanza de las ciencias en educación básica y media del sistema educativo colombiano con la didáctica del patrimonio natural y cultural de este programa de investigación son los siguientes:

- Química del arte rupestre en algunas culturas precolombinas desde la perspectiva del patrimonio cultural (Vargas, Viuche, Aristizábal y Gutiérrez, 2016).

- Saber ancestral y conocimiento científico: tensiones e identidades para el caso del oro en Colombia (Dueñas y Aristizábal, 2016).
- Enseñanza de la química orgánica desde el café como patrimonio cultural del país (Alzate, Cóbos, Samacá, Villada y Aristizábal, 2016).
- Enseñanza de la tabla periódica desde un evento histórico en Colombia: El caso del platino (Pulido, Ramírez y Aristizábal (2018).
- Enseñanza de la química inorgánica desde el contexto de la gemología resaltando la importancia de la esmeralda como patrimonio cultural de Colombia (Cubillos, Garay y Aristizábal, 2018).
- Las minas de sal como contexto de patrimonio Nacional para la enseñanza de la Química Inorgánica en educación media (Sierra y Aristizábal, 2018).
- Desarrollo de la identidad cultural a partir de la enseñanza de las ciencias: La ciencia del agua, una mirada a partir del cambio climático y los humedales (Ávila, Bustos y Aristizábal, 2018).
- Solucionando la Chicha (Carvajal, Herrera y Aristizábal, 2019).
- Bioquímica del sombrero vultiao, una excelente representación de las artesanías colombianas elaboradas con fibras naturales vegetales. (Ardila, Jiménez y Aristizábal, 2022).
- Especies endémicas de Colombia para explicar cambio climático. (Torres, Florián y Aristizábal, 2022).
- Bioquímica de la ruana boyacense (Jiménez y Aristizábal, 2022).

Diseño de una experiencia

Tabla 1. *Modelo de unidad didáctica*

Contenido temático: solucionando la chicha	
Sensibilización y exploración (Actividad Rompe Hielo)	Carrera de observación: se realizará una carrera de recolección en diferentes estaciones que estarán ubicadas en la zona verde del colegio, la tarima y en el salón de clases (o laboratorio). En cada estación, los estudiantes se enfrentarán a diferentes preguntas sobre conceptos vinculados a las diluciones, con las cuales se identificarán sus preconcepciones e ideas previas sobre el eje temático y recogerán una serie de materiales, ingredientes y conceptos químicos sobre el eje temático: soluciones enmarcadas en la obtención de la Chicha. Al final, con todo el material que escogió cada grupo de búsqueda, realizarán un mapa de ideas y se introducirá al tema objeto de estudio. Véase ANEXO 1.
Propósitos del tema objeto de estudio	-Reconocer los diferentes tipos de soluciones (insaturadas, saturadas y sobresaturadas) y sus características físico-químicas (propiedades coligativas). -Determinar las relaciones cuantitativas del soluto y el solvente a diferentes condiciones. Conocer los procedimientos ancestrales en la elaboración de bebidas alcohólicas y establecer que qué esas técnicas de mantienen en la actualidad.
Selección de contenidos	Soluciones: soluciones insaturadas, saturadas y sobresaturadas —Solubilidad— Expresiones de la concentración (molaridad, molalidad, normalidad, %p/p, %p/v, %v/v, ppm, fracción molar). -Propiedades Coligativas.

Competencias	Actividades	Evidencia de aprendizaje
Cognoscitiva Explica las propiedades de las soluciones en la producción de la fapqua (Chicha).	—“Chichagrama”: Después de la introducción del tema de soluciones y una guía previa de conceptualización, cada estudiante solucionará una chicha de letras (sopa de letras) en donde se encontrarán palabras relacionadas al contexto a trabajar: la chicha como solución y conceptos más relacionados a las propiedades, características de una solución. A partir de estas palabras crearán un chichagrama (crucigrama) que tendrá como enunciados preguntas orientadoras para que sus compañeras lo solucionen. ANEXO 2. -Conozcamos más de las bebidas indígenas Por los grupos de laboratorio, deberán realizar una investigación de bebidas de las comunidades indígenas de Colombia y harán una presentación tipo poster en la que señalen las características culturales, históricas y químicas de dicha bebida.	Cognoscitivas: • Establece relaciones entre las propiedades fisicoquímicas de las soluciones con su clasificación como solución insaturada, saturada y sobre saturada. • Describe, de acuerdo con las concentraciones de las soluciones, las variaciones que se pueden presentar en sus propiedades coligativas.
Procedimental Prepara soluciones con importancia industrial en la elaboración de un producto comercial.	“¡A preparar la bebida de los dioses!”: Laboratorio en casa. Por grupos de trabajo, las estudiantes deberán preparar chicha; dicha preparación variará en cada grupo en la proporción de materia prima a utilizar. ANEXO 3. En el salón de clase deberán colorear la solución obtenida determinando la concentración de dicho colorante.	Procedimentales: • Realiza una solución teniendo en cuenta las variables a emplear, así como la graduación alcohólica que el producto obtenido puede tener. • Reconoce las variables experimentales que se presenta en una solución y las relaciona con las características que dicha solución pueda tener.
Axiológica Sustenta el rol de la chicha como bebida legendaria de las comunidades indígenas y en particular en Colombia, desde aspectos culturales, sociales, políticos y económicos.	“Debate” ¿Qué paso con las chicherías? : las estudiantes serán agrupadas en dos equipos: uno a favor de la prohibición de la chicha (primero en la época posindependencia, y posteriormente en 1923 y 1948); y otro en contra de dichas prohibiciones. Texto orientador: Así pasó la chicha de ser un ‘veneno embrutecedor’ a bebida turística. (Quintero R. (2019) El Tiempo). ANEXO 4.	Axiológicas: • Discute el papel político, cultural, social y económico entorno al consumo de chicha en función creadora de identidad. • Establece estrategias de participación ciudadana donde por medio de la ciencia se logre generar apropiación cultural de las raíces de las comunidades indígenas

Fuente: Herrera, Carvajal y Aristizábal, 2020.

Actividades

ANEXO 1. Carrera de observación:

Desarrollo del circuito de recolección:

Estación 1. Materia prima

En esta estación se organizará a manera de cultivo diferentes vegetales y futas, en donde las niñas por grupo escogerán tres especies. Para poderlas recoger deben responder la siguiente pregunta:

¿qué es una mezcla homogénea y cómo se relaciona con la palabra solución?

Estación 2. Instrumentación

En esta estación encontrarán los implementos para elaborar la chicha. Deben escoger lo que crean necesarios, serán entregados hasta que expliquen la siguiente afirmación: “Los chibchas no consumían alimentos en sólido, la mayoría era en líquidos obtenidos del maíz, yuca, papa o del algunas frutas, por otro lado estos brebajes aunque los españoles los habían descrito como *sustancias que les hacían perder la conciencia*, no presentaban todos el mismo grado de alcohol, las bebidas con mayor concentración de alcohol como el guarapo eran utilizadas en ceremonias religiosas, de forma diría consumían bebidas con un bajo grado de alcohol como el masato”.

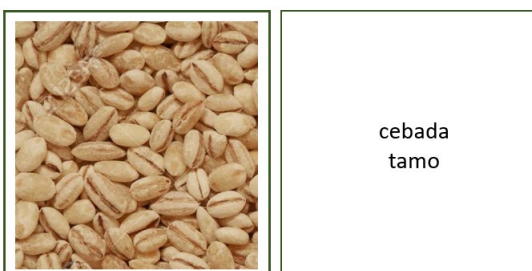
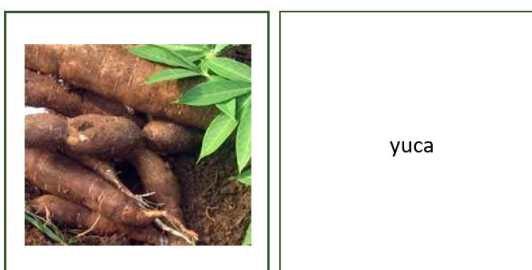
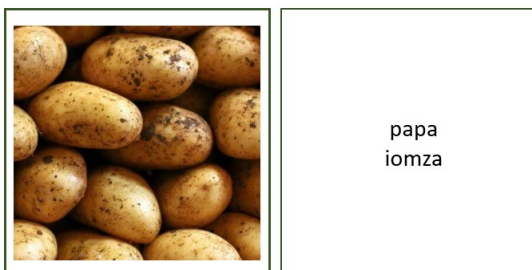
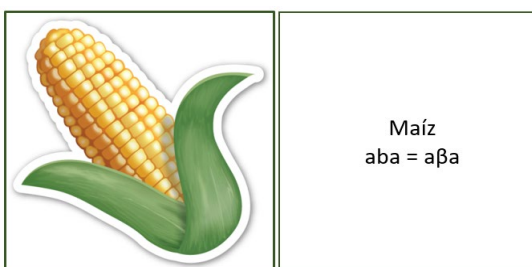
Estación 3. Verbos

En esta estación deberán escribir en cartulinas los diferentes verbos que emplearán para señalar el *procedimiento para la elaboración de chicha*. Para poder obtener las cartulinas deben responder la pregunta:

¿Qué son las *propiedades coligativas de la materia*?

Nota: Al finalizar se socializarán los diagramas realizados por los grupos de trabajo señalando su semejanza y coherencia con el fundamento químico detrás del proceso, con esto se hará una retroalimentación de cada diagrama desarrollando procesos de aprehendizajes que abordan la dimensión metodológica y de racionalidad al socializar las ideas de los estudiantes con las concepciones teóricas que han cambiado por medio de la historia.

Fichas para utilizar para la recolección



	uvas		Caña de azúcar <u>suamne</u>
	piña		levadura
	manzana		Frasco
	arracacha		Cuchara <u>chuia</u>
	zanahoria		Cuchillo
	pera		Agua <u>Sie</u>



Chicha



Mortero



Aguardiente
Guaro
Chirrinche



Deposito



Vino



Estrujadora



Barril



Prensa



Saliva
quyhyza



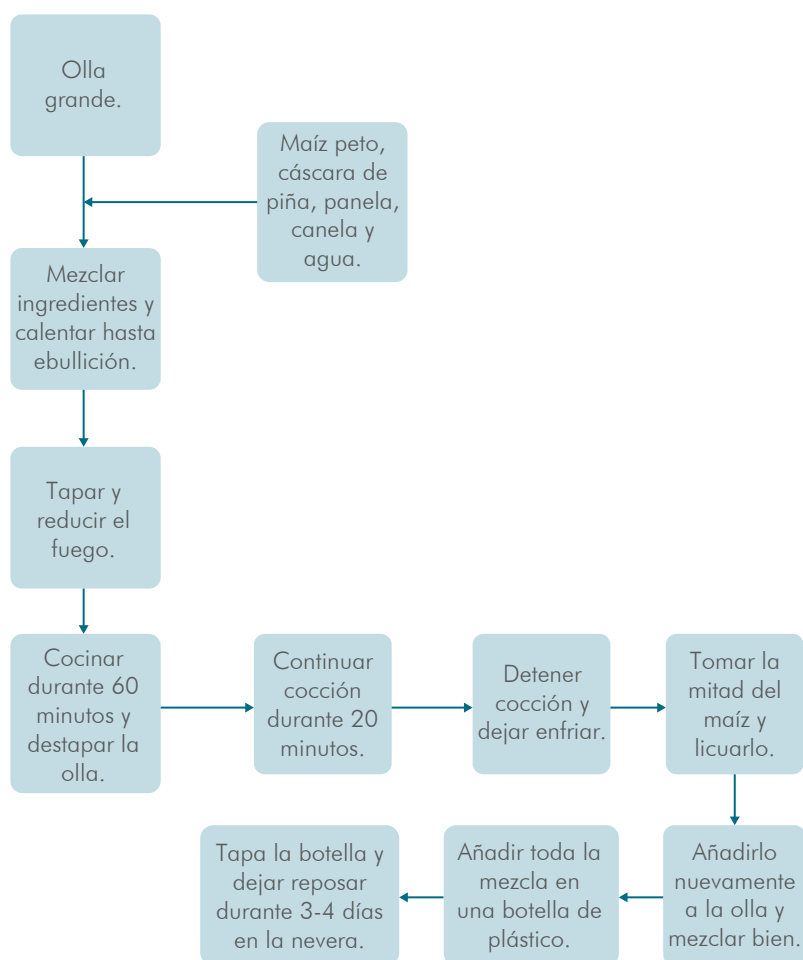
Vacija
Cona

ANEXO 2. "A preparar la bebida de los dioses"

En grupos de 6 estudiantes se preparará chicha a medio fermentar, variando la cantidad a utilizar de los ingredientes. A continuación, se presenta la metodología a seguir:

Materiales e ingredientes:

- Olla grande con tapa.
- Botella de plástico de 5L.
- 1/2 libra de maíz peto.
- Cáscara de 1 piña madura.
- 12 tazas de agua.
- 2 palos de canela.
- 1/2 libra de panela.



ANEXO 3. "Chicha de letras"

En la siguiente sopa de letras deberás buscar las palabras que tienen que ver con la chicha y las soluciones químicas.

Chicha de letras

N	C	S	C	Z	L	N	I	L	O	W	G	C	Z	R	M	F
O	W	A	O	L	R	L	W	D	W	E	K	E	I	Y	O	R
R	U	H	N	L	T	E	W	I	B	H	V	Y	X	G	L	A
M	K	R	C	C	U	I	N	S	A	T	U	R	A	D	A	C
A	V	O	E	O	H	T	N	P	Q	C	U	U	I	W	L	C
L	A	U	N	S	N	I	O	P	Y	H	K	V	E	F	I	I
I	K	E	T	E	O	C	B	M	H	I	O	G	H	E	D	O
D	Q	X	R	T	S	L	E	C	F	C	R	K	Y	R	A	N
A	H	R	A	A	M	T	V	N	H	H	D	I	I	M	D	M
D	W	E	C	T	E	W	R	E	T	A	S	Q	Q	E	M	O
X	E	I	I	T	F	T	H	K	N	R	L	I	T	N	A	L
Z	O	Q	O	S	M	F	O	A	O	T	A	T	D	T	I	A
J	D	Z	N	L	V	Z	E	U	Z	B	E	D	Y	A	Z	R
S	O	B	R	E	S	A	T	U	R	A	D	A	A	C	G	Y
M	O	L	A	R	I	D	A	D	E	E	Z	O	Q	I	S	L
E	R	X	O	U	N	D	B	N	L	T	X	D	O	O	E	C
U	I	F	P	M	F	W	B	U	F	C	J	A	E	N	W	O

Chicha de letras

M	O	R	A	L	I	D	A	D	C	O	M	I	I	G	I	K
F	E	R	M	E	N	T	A	C	I	O	N	N	N	O	W	Z
N	T	M	A	O	P	Y	E	Q	X	K	F	S	D	Q	U	G
S	O	B	R	E	S	A	T	U	R	A	D	A	I	I	O	E
S	O	L	U	C	I	O	N	O	T	M	L	T	G	D	N	I
I	A	M	A	X	D	U	V	Y	N	S	S	U	E	E	V	D
K	X	J	O	E	D	Z	F	U	F	M	O	R	N	E	E	M
N	H	D	A	L	M	G	W	U	I	E	L	A	A	J	A	E
M	U	I	S	C	A	E	K	B	U	P	U	D	S	O	Y	V
L	A	I	Z	G	I	L	W	O	I	G	B	A	K	U	C	L
M	A	I	Z	P	H	E	I	E	C	H	I	C	H	A	X	M
S	O	L	U	T	O	J	O	D	B	E	L	E	M	E	E	U
J	Y	F	J	I	N	Y	R	A	A	N	I	U	O	U	Q	Y
Q	W	X	Z	V	D	A	B	E	X	D	D	T	R	W	Y	U
H	A	P	I	E	I	J	N	O	R	M	A	L	I	D	A	D
S	A	T	U	R	A	D	A	I	U	I	D	S	J	W	B	G
I	Q	K	E	O	O	W	S	O	L	V	E	N	T	E	M	I

ANEXO 4. Texto orientador

Así pasó la chicha de ser un "veneno embrutecedor" a bebida turística (*El Tiempo*, Quintero R., 2019). <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/historia-de-la-chicha-en-colombia-331180>

Consideraciones Finales

La vinculación del patrimonio cultural con las ciencias experimentales, potencia a los profesores en formación a reconocer su país y determinar o seleccionar hechos o eventos de interés científico para ser trabajados en el aula. Propicia que el profesor de ciencias en formación se involucre en el reconocimiento de su territorio, lo valore y lo disponga para hacerlo marco auspiciador de acceso al objeto de enseñanza por parte de los estudiantes a su cargo.

Los resultados obtenidos en estas experiencias investigativas con los profesores en formación, permiten afirmar que tanto los profesores como sus estudiantes reconfiguraron algunas disposiciones personales sobre el sentido de los contenidos curriculares gracias a su cercanía con los contextos, los identificaron más próximos y propios a su realidad. Les permitió leer e interpretar los fenómenos de aula que viven y que proyectarán en su ejercicio profesional de aula futuro. Estos procesos de reconfiguración les permitieron transitar por los distintitos tipos de identidades, que van desde la falta de reconocimiento y afectividad por el objeto patrimonial, a reconocerlo, valorarlo y, lo más importante, darlo a conocer en las diferentes esferas sociales, es decir, que permitió un tránsito desde una identidad ausente a una identidad extendida, lo que se constituye en una alternativa de formación innovadora.

Sumado a lo anterior, la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva histórico-cultural, en la formación docente, permite el reconocimiento no solo de los hechos científicos desde una mirada internalista; adicionalmente, permite considerar la ciencia desde el reconocimiento de las personas, hechos, fenómenos, objetos, técnicas y demás aspectos que hacen de la actividad científica un escenario más humano, cambiante y diverso. Esta perspectiva genera nuevas actitudes y disposiciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Todo lo anterior implica que el docente establezca los puentes entre las entidades patrimoniales y los conocimientos científicos escolares, que favorezcan tanto en él como en sus educandos una nueva ciudadanía y de reconocimiento de su territorio con los lentes de la ciencia y las tradiciones.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M., y Estany, A. (2002). *Una Propuesta para Estructurar la Enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el Profesorado de Ciencias en Formación*. (A proposal for structuring the teaching of philosophy of science to pre-service science teachers). *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20(3), 465-476.
- Aristizábal, A. (2018). *Fortalecimiento de la identidad profesional docente mediante la interacción en una comunidad de desarrollo profesional a través del uso de la historia de la ciencia* [Tesis de Doctorado en Educación]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Science*, 2(2), 141-178.
- Cole, M. (1999). *Psicología Cultural: una disciplina del pasado y del futuro*. Morata.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of Education. En E. Scalón y T.O'Sehea (Eds.). *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Springer-Verlag.
- Dueñas, Y. y Aristizábal, A. (2017). Saber ancestral y conocimiento científico: tensiones e identidades para el caso del oro en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (42), 25-42.
- Fernández, E. (2001) El concepto de patrimonio cultural desde la perspectiva de la antropología. *Cursos sobre patrimonio Histórico*, 6, 39-52.
- Fontal, O. (2003). La educación patrimonial. *Teoría y práctica en el aula, el museo e Internet*. TREA.
- Höttecke, D., Henke, A., y Riess, F. (2010). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science y Education*, 21(9), 1233-1261. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9330-3>

- Iglesias, J. M. (2006). *Cursos sobre el patrimonio histórico*. núm. 6. Universidad de Cantabria-Ayuntamiento de Reinosa.
- González- Monfort, N. (2006). *El valor educativo y el uso didáctico del patrimonio cultural* [Tesis de Doctorado]. Universidad Autónoma de Barcelona.
- George, J. (2011). *Culture and Science Education: A Look from the Developing World*. Action Bioscience. <http://www.actionbioscience.org/education/george.html>
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Mc Comas, W. F. (2011). *The history of science and the future of science education*. Sense Publishers.
- Matthews, M. R. (1997). Scheffler Revisited on the Role of History and Philosophy of Science in Science Teacher Education, *Studies in Philosophy and Education*, (16), 159-173.
- Matthews, M. R. (2017). *La Enseñanza de la Ciencia. Un enfoque desde la historia y filosofía de las ciencias*. Fondo de Cultura Económica.
- Melo, N. (2017). *Los puentes en la enseñanza de las ciencias: un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales*. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (42), 43-6.
- Molano, L. (2007). Identidad cultural un concepto que evoluciona. *Revista Opera*, (7), 69- 84.
- Molina, A. y Mojica, L. (2013). Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Magis. Revista Internacional de Investigación en educación*, 6(12), 37-53.
- Niaz, M. (2011). Formación de Profesores de Ciencias: Una Perspectiva basada en la Historia y Filosofía de la Ciencia. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (30), 83-90. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1100/1107>
- Lopes-Scarpa, D. y Frateschi-Trivelato, S. L. (2013). Movimientos entre a cultura escolar e cutura científica: análise de argumentos em diferenes contextos. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(12), 69-85.
- Quintero, R. (2019). Así pasó la chicha de ser un “veneno embrutecedor” a una bebida turística. *El Tiempo Digital*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/historia-de-la-chicha-en-colombia-331180>
- Williams, H. (1994). A critique of Hodson’s in Search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 78(5), 515-519.

Forma de citar este artículo

Aristizabal Fuquene, C. A. y Pérez Miranda, R. (2024). Contextos para la enseñanza de las ciencias: Patrimonio Natural y Cultural desde diálogos interculturales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), (55), 313 - 331. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18835>