

Pre·Impresos **19**

Estudiantes

Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de Física - 2021-I • ISSN-E: 2323-0193 - ISSN 2539-0945

MAESTRÍA EN DOCENCIA DE
LAS CIENCIAS NATURALES



10 años de la Maestría en Docencia
de las Ciencias Naturales



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

MAESTRÍA EN DOCENCIA DE
LAS CIENCIAS NATURALES



Pre Impresos **19** Estudiantes

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Rector

John Harold Córdoba
Vicerrector Académico

Maria Isabel González Terreros
Vicerrectora de Gestión Universitaria

Fernando Méndez Díaz
Vicerrector Administrativo y Financiero

Helberth Augusto Choachí González
Secretario General

Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física

Steiner Valencia Vargas
Director Departamento

Liliana Tarazona Vargas
Coordinadora Posgrados DFI

Juan Carlos Bustos Gómez
Director Revista

© Universidad Pedagógica Nacional
© Aura Ximena García Viviescas
© Jhon Edison Pabón Gómez
© Oscar Jesús Cardona Lara
© Rachel Natalie Catanese Canizzo
© Yenny Esperanza Parra Cortés
© Veronica Isabel Pinzon Triana
© Edwin Oswaldo Villalba Vargas

Portada

Ingrid Vera Ospina

ISSN-E: 2323-0193
ISSN: 2539-0945

Diseño y Preparación editorial
Universidad Pedagógica Nacional
Grupo Interno de Trabajo Editorial 2022

Alba Lucía Bernal Cerquera
**Coordinadora Grupo Interno
de Trabajo Editorial**

Nicolás Sepúlveda Perdomo
Laura Giselle Campo
Editores de Revistas

Bogotá, Colombia

10 años Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

Editorial	3
Prólogo	4
El maestro como un intelectual en la enseñanza de las ciencias naturales	6
Ciencia y conocimiento: una reflexión sobre la ciencia como una actividad cultural y su enseñanza en la escuela	12
Consideraciones para la modelización de movimientos de cuerpos celestes en la enseñanza de la astronomía	18
El movimiento de los cuerpos. Criterios epistemológicos, disciplinarios y pedagógico-didácticos para el diseño de una propuesta de aula experimental	27
Construcción de explicaciones en la clase de ciencias: propuesta de aula como experiencia contextual	34
Testimonios egresados MDCN	42

Presentación

La serie Pre-Impresos Estudiantes es una iniciativa editorial del Proyecto Comunicación y Publicaciones de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FCT), cuya idea central es trabajar por la cualificación de la escritura, para dar visibilidad a la producción intelectual de los maestros en formación y en ejercicio. Con esta publicación se busca tender puentes entre los saberes especializados y la cultura en general, además de contribuir al fortalecimiento de la docencia y la investigación en educación.

Asimismo, constituye una estrategia de comunicación que posibilita la circulación adecuada de información y promueve la reflexión sobre temas y actividades inherentes a las ciencias, la matemática, la tecnología y su enseñanza. Con ella también se espera favorecer la integración de los equipos de trabajo y la construcción de relaciones de cooperación entre los diferentes miembros de la comunidad académica de la Facultad.

Estos aspectos, relacionados con los fines misionales de la Universidad Pedagógica Nacional, resultan pertinentes y significativos en la formación de nuevas generaciones de maestros e investigadores en pedagogía, que en su futura práctica profesional afrontarán diversos retos y circunstancias que el entorno social del país le plantea a la educación.

Información:

pre_impresos@pedagogica.edu.co
Facultad de Ciencia y Tecnología
Teléfonos: (57) (1) 3471190 / 5941894 Ext. 242

Editorial

El horizonte cultural de los jóvenes: lectoescritura y aprendizaje de las ciencias

La estrecha relación de los jóvenes con el mundo mediático y audiovisual condiciona su experiencia sensorial, caracterizada por la instantaneidad y la afición a la inmediatez; por ejemplo, la relación con los videojuegos y redes sociales resulta tan absorbente que se torna casi adictiva. En contraste, pareciera que estos jóvenes están cada vez menos dispuestos a embarcarse en actividades que impliquen posponer la gratificación (Schwanitz, 2004).

Esta configuración de la experiencia sensorial juvenil condiciona las posibilidades de aproximación al mundo académico, lo cual debería tenerse en cuenta a la hora de diseñar propuestas pedagógicas para acercar a los jóvenes al estudio de las ciencias. En este sentido, encontrar la manera de conciliar las sensibilidades juveniles, marcadas por el sino de lo inmediato, con el mundo letrado y logocéntrico predominante en la formación en ciencias requiere generar un ambiente propicio que estimule expectativas culturales en torno a procesos como la lectura y la escritura, en cuanto prácticas instituyentes de la cultura académica.

De modo que encontrar la forma de armonizar las expectativas de los jóvenes con los tiempos largos que demanda el trabajo académico plantea un reto muy grande al sistema escolar y, en particular, a los maestros. En este sentido, algunos autores sugieren enfocar, desde el principio, todos los esfuerzos en lograr el objetivo de posicionar procesos de lectoescritura en el horizonte cultural de niños y jóvenes para desarrollar el gusto por el lenguaje y, así, estimular un mayor dominio lingüístico (Bettelheim, 1983).

En efecto, lectura y escritura requieren de un contexto significativo que genere expectativas

culturales en torno a estos procesos que son centrales en la formación en ciencias y que, a su vez, contribuyen al enriquecimiento de los contextos culturales de base, en la medida en que propician prácticas que tienden puentes entre los saberes disciplinares y la vida cotidiana. Por tanto, es menester enfocar los mayores recursos en configurar un sentido de la lectura y la escritura para la vida, con el fin de crear un ambiente de formación que estimule el interés por la cualificación del dominio lingüístico, pues cuando disfrutamos lo que hacemos es más fácil encontrar un propósito para ello.

Así, lectura y escritura expanden el horizonte cultural de los jóvenes y potencian el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, en la medida en que favorecen una aproximación y apropiación de los temas y actividades inherentes a la ciencia. Por tanto, cultivar hábitos lectoescriturales ligados a los intereses vitales puede ser útil no solo para sensibilizar sobre la importancia del dominio lingüístico, sino para relacionar diferentes áreas del conocimiento, lo que puede ayudar a contrarrestar la fragmentación de los saberes que dificulta la comprensión.

En este orden de ideas, celebramos las propuestas de los maestros que publican sus trabajos en este número, en los que plantean formas creativas de acercar a los jóvenes al estudio de las ciencias y que redundan en el fortalecimiento de la actividad académica.

Juan Carlos Bustos Gómez
Director Pre-Impresos Estudiantes

Referencias

- Bettelheim, B., y Zelan, K. (1983). *Aprender a leer*. Crítica.
- Schwanitz, D. (2004). La casa del lenguaje. En *Cultura: todo lo que hay que saber* (pp. 411-432). Taurus.

Prólogo

Con este número de *Pre-Impresos Estudiantes* conmemoramos 10 años de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (MDCN), programa del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Aquí damos un lugar especial a la producción intelectual de sus egresados y estudiantes derivada de sus vivencias en esta propuesta curricular.

A partir de la producción intelectual de los profesores de ciencias egresados de la MDCN en los últimos 10 años, se hace un balance de esta opción de formación posgradual. Este ejercicio nos permitió reconocer la vigencia y los alcances de los referentes filosóficos y pedagógicos que orientan y justifican la actividad académica en el programa. Los autores que conforman esta edición de *Pre-Impresos Estudiantes* acuden a algunos de estos referentes como parte nodal de sus reflexiones, a saber, la ciencia como actividad cultural, los estudios histórico-críticos en la enseñanza de las ciencias, el proceder fenomenológico y la recontextualización de saberes. Estos, además de ser fundamento teórico de los artículos, hacen parte del discurso que orienta la acción y que cualifica la actividad profesional docente.

Lo anterior se sostiene desde la concepción que se tiene del profesor como un sujeto de conocimiento en condición de: construir discurso pedagógico sobre la relación de los saberes disciplinares con su práctica profesional, profundizar sobre la constitución de la actividad de producción de conocimiento disciplinar y, con ello, definir criterios que orienten el diseño de formas alternativas de enseñar ciencias, construir y renovar el sentido a su propia actividad docente. Reconocer esta actividad intelectual en la actividad profesional del docente implica una apuesta comprometida (de quienes hacemos parte de la MDCN) por considerar la docencia de las ciencias como una actividad en la que se construyen nuevas realidades y se promueven nuevas subjetividades.

En los artículos “El maestro como un intelectual en la enseñanza de las ciencias naturales” y “Ciencia y conocimiento: una reflexión de la ciencia como una actividad cultural y su enseñanza en la escuela”, los autores interpelan a sus pares, profesores de ciencias en la educación básica, para que se reconozcan como interlocutores o autores de estudios histórico-epistemológicos de la ciencia. Estos estudios dan cuenta del carácter dinámico del conocimiento científico y cómo esta imagen de la ciencia y el conocimiento tiene incidencia en la práctica docente. También se presenta la profundización disciplinar como actividad del maestro, en la que se formulan argumentos propios para construir y abordar objetos de estudio de la ciencia y su enseñanza. Asimismo, se destaca el diseño e implementación de propuestas alternativas para la enseñanza de las ciencias naturales.

En “Consideraciones para la modelización de movimientos de cuerpos celestes en la enseñanza de la astronomía” y “El movimiento de los cuerpos. Criterios epistemológicos, disciplinares y pedagógica-didácticos para el diseño de una propuesta de aula experimental”, los autores exponen sus preocupaciones sobre objetos de estudio propios de la educación básica. Esto les implica el ejercicio de profundización teórica y construcción de criterios disciplinares, epistemológicos y didácticos que orienten las decisiones que toman a la hora de realizar una intervención en el aula. Estos artículos dan cuenta de la condición intelectual y comprometida del maestro con la disciplina que enseñan en contextos particulares, lo cual genera la posibilidad de construir un discurso propio sobre las maneras de abordar ciertos fenómenos en el aula.

En esta misma dirección, en el texto “Construcción de explicaciones en la clase ciencias: propuesta de aula como experiencia contextual”, se exponen las experiencias de diseño, implementación y sistematización de una propuesta de

enseñanza, que responde a las necesidades de cada una de las instituciones educativas en las que se desempeñan los autores. Uno de los aportes que se destaca es cómo esta actividad docente intencionada implicó una resignificación de su propia práctica, tanto desde el ejercicio de profundización teórica (disciplinar y epistemológica) como desde el reconocimiento del carácter contextual de las acciones que se desarrollaron con los estudiantes.

La manera como se ubican los autores frente a la producción de conocimiento en las ciencias para el contexto del aula lleva a los profesores a “construir categorías adecuadas para caracterizar dicha actividad en su devenir y hallar elementos útiles para orientar los procesos de difusión y apropiación de la Ciencia en contextos culturales diferentes al de su producción, tal y como se hace a través de las prácticas de enseñanza.” (Documento Registro Calificado MDCN, 2016, p. 37).

Si bien una representación de la actividad docente es aquella en la que los profesores se centran exclusivamente en la organización de situaciones de enseñanza desde la administración de un currículo, o desde el seguimiento de un modelo pedagógico definido por una institución, esta resulta ser una mirada reducida frente al contenido que se desarrolla en este número de *Pre-Impresos Estudiantes*. Se reconoce la docencia de las ciencias como profesión, como una actividad intelectual, comprometida y contextual, que exige a los procesos (programas) de formación espacios para la elaboración y resignificación de criterios disciplinares, epistemológicos y pedagógicos que orienten la propia práctica del maestro.

Liliana Tarazona Vargas
Coordinadora Posgrados
Departamento de Física - UPN

El maestro como un intelectual en la enseñanza de las ciencias naturales

Aura Ximena García Viviescas

axgarcia@upn.edu.co

Jhon Edison Pabón Gómez

jepabong@upn.edu.co

Resumen

La reflexión sobre la figura del maestro como un intelectual en el campo de las ciencias naturales que se presenta en este documento se basa en tres elementos principales. El primero es la importancia de los estudios histórico-epistemológicos de la ciencia, que permite al maestro reconocer las diferentes corrientes que emergen y los aportes que marcan el devenir de la sociedad y del conocimiento científico; el segundo tiene que ver con la profundización teórica desde una perspectiva disciplinar, que brinda argumentos para ahondar en aspectos teórico-prácticos y favorece las comprensiones sobre un objeto de estudio particular. El tercero enfatiza en las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales.

Bajo estos presupuestos, el maestro que se asume como un intelectual comprende la importancia de la profundización histórico-epistemológico en la consolidación de un cuerpo teórico y asume el aula como un sistema de relaciones emergentes que hace posible la problematización de los fenómenos naturales, a partir de propuestas alternativas para la enseñanza de las ciencias.

Palabras claves: Enseñanza de las ciencias naturales, estudios histórico-epistemológicos, profundización teórica, reflexión sobre la figura del maestro.

Abstract

The reflection on the teacher's figure as an intellectual in the Natural Sciences area outlined in this paper has three main pillars. The first is the importance of historical-epistemological studies of science, which allow the teacher to recognize the different trends that emerge and the contributions that mark the evolution of society and scientific knowledge. The second concerns theoretical deepening from a disciplinary perspective, which provides arguments to delve into theoretical-practical aspects and promotes understanding about a particular object of study. The third emphasizes alternative proposals in the teaching of natural sciences.

Under these precepts, teachers, who assume themselves as intellectuals, notice the importance of the historical-epistemological deepening in the consolidation of a theoretical corpus. In addition to conceiving the classroom as a system of emerging relationships that make it possible problematization of natural phenomena, based on alternative proposals for science teaching.

Key words: teaching of natural sciences, historical-epistemological studies, theoretical deepening.

Introducción

En el contexto de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, la reflexión en torno al papel del maestro y las prácticas de enseñanza de las ciencias constituye un asunto central. La figura del maestro de ciencias concebido como un intelectual y un profesional de la educación, asunto que se aborda en este escrito, emerge tanto de los espacios académicos del programa de la maestría como de las experiencias particulares desde el ejercicio profesional de los autores.

Concebir al maestro como un profesional de la cultura y del conocimiento, como un intelectual y sujeto histórico, con formas particulares de asumir su formación disciplinar y su actividad pedagógica conlleva la reflexión sobre sus prácticas frecuentes en el aula. Esto es, trascender las experiencias anecdóticas y llevar a la complejización del conocimiento, además de reconocer “la relación sujeto-objeto como una unidad dialéctica de mutua construcción” (Valencia y Vera, 2019a, p. 5).

En este sentido, es pertinente que el maestro profundice sobre las comprensiones de los fenómenos naturales y, con ello, sobre su conocimiento disciplinar, como posibilidad para cuestionar la imagen de ciencia que ha constituido. Porque, más allá de concebirla como “disciplinas estructuradas que conjugan teorías sancionatorias, leyes universales y explicaciones absolutas y verdaderas” (Valencia y Vera, 2019b, p. 10), resulta fundamental concebir la ciencia como una actividad de la cultura que puede ser cuestionada.

De modo que permita establecer relaciones alternativas que posibiliten la búsqueda de explicaciones del mundo físico, para la comprensión de los fenómenos y la construcción de conocimiento, así como, “para motivar su comprensión hacia las dinámicas de estructuración de los saberes que contemplan contextos de explicación que dan solución a problemáticas, en las cuales podemos rastrear el pro-

ceso del surgimiento y consolidación de cuerpos teórico-experimentales” (Valencia y Vera, 2019b, p. 10).

Así, un maestro que tiene una postura crítica frente a los planteamientos de la ciencia, los fenómenos naturales y su práctica pedagógica, es aquel que se asume como “un intelectual que constantemente está en la capacidad de repensar y reformar las tradiciones y condiciones que hasta ahora han impedido que los profesores asuman todo su potencial como académicos y profesionales activos y reflexivos” (Giroux, 1997, p. 252). En otras palabras, un sujeto capaz de cuestionar el devenir histórico desde el cual ha consolidado unos imaginarios, ideales y sentidos que determinan su actividad pedagógica.

Los estudios histórico-epistemológicos de las ciencias

Los estudios histórico-epistemológicos de las ciencias involucran un entramado de relaciones muy importantes para el maestro en tanto “aportan elementos de crítica sobre las condiciones de consolidación, validación, legitimación, entre otras, de teorías, leyes, explicaciones y conceptos científicos” (Valencia, 2018, p. 7), sobre un fenómeno. Dicha profundización permite identificar los elementos fundamentales en la consolidación de un cuerpo teórico y los aportes teórico-experimentales para su estudio.

La consolidación de un cuerpo teórico para la ciencia se configura a partir de todas aquellas controversias, refutaciones y búsqueda de explicaciones que hicieron posible plantear los elementos necesarios para estudiar un fenómeno, así como de prácticas o procesos cotidianos a lo largo de los siglos, por ejemplo, prácticas milenarias, planteamientos míticos, teorías en

tensión, entre otros, que en su mayoría no cuentan con una explicación científica, pero que se convirtieron en sendero para la comprensión del mundo físico.

Desde sus orígenes, el ser humano ha sentido curiosidad por buscar explicaciones a los fenómenos que lo rodean, bien sea por las condiciones cambiantes de su entorno o por las corrientes culturales propias de cada época. Esto lo ha llevado a cuestionarse y plantearse diversos problemas que han permitido desvelar distintas formas de concebir el mundo.

La constante evolución del contexto social y cultural al que se vincula el ser humano ha determinado que su pensamiento y proceder, para comprender y estructurar problemas como objetos que le permitan conocer y plantear explicaciones, hayan sido igualmente cambiantes. Así, en la historia de la humanidad son diversos los escenarios que han propiciado la transformación del pensamiento humano.

Teniendo en cuenta lo anterior, y asumiendo el rol que tiene el maestro en su práctica pedagógica; el programa de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales plantea una visión crítica sobre la manera en que se estudian y se enseñan algunos fenómenos.

Por ejemplo, estudiar la respiración, el calor, la transformación de las sustancias, entre otros temas, desde un enfoque fenomenológico permite reconfigurar la práctica pedagógica, en tanto el fenómeno de estudio se convierte en un problema de conocimiento y esto implica, entre otras cosas, generar condiciones comunicativas y experienciales; preguntar, indagar y propiciar un interés, individual y colectivo, por conocer más sobre dicho fenómeno y, de este modo, construir explicaciones sobre asuntos de interés para las ciencias naturales.

En la medida en que se definan estrategias para establecer variables, construir relaciones, fomentar la curiosidad y construir explicaciones se hace del fenómeno un objeto de conocimiento, entendido como un proceso

cíclico en el que puede ser necesario volver al fenómeno para interrogarlo, generar otras preguntas, establecer otro tipo de relaciones, pero también como un proceso que permite a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de explicaciones y al maestro comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción.

El papel de la profundización disciplinar

Como segundo elemento, para reflexionar sobre el papel del maestro como un intelectual, se plantea la profundización disciplinar sobre el objeto de estudio y su problematización, desde aspectos teórico-prácticos, de modo que permita una mayor comprensión del mismo. Además, dicha profundización favorece dinámicas de estructuración de los saberes que contemplan contextos de explicación que dan solución a problemáticas y en las cuales se puede rastrear el proceso del surgimiento y consolidación de cuerpos teórico-experimentales (Valencia y Vera, 2019b), proceso que se hace posible en la relación entre la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y el lenguaje diferenciado de las ciencias.¹

Popper (1934) plantea la racionalidad crítica como el camino “que presenta permanentemente alternativas teóricas que constituyen un continuo desafío de las teorías aceptadas en un momento dado, pudiendo quedar así patentes las deficiencias que toda teoría posee” (citado en Stroker, 1985, p. 234). Desde esta perspectiva, la profundización teórica asume al conocimiento como dinámico y susceptible de ser cuestionado permanentemente, en cuyo marco reflexivo, los hallazgos y limitaciones en

1 El documento de donde es retomada los criterios de la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y un lenguaje diferenciado de las ciencias hace parte de las consideraciones metodológicas del módulo II: “El terrario: Una perspectiva fenomenológica para la comprensión de lo vivo” del seminario *La comprensión de lo vivo* de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales.

la consolidación del cuerpo teórico sean tomados como fuente de información para documentar el fenómeno y posibilitar las inferencias, controversias y refutaciones entre los autores y el maestro y, desde allí, configurar la comprensión del objeto de estudio.

Sin embargo, es necesario un análisis sistemático de la información, entendido como “el mejor esfuerzo por recopilar y sintetizar evidencia científica sobre un tema, a través de un método que asegure que los sesgos y limitaciones frente al conocimiento sean los mínimos posibles” (Bunge, 2017, p. 2).

Es decir, no toda la información disponible aporta en la documentación y comprensión del fenómeno natural, por lo cual será necesario determinar la veracidad, pertinencia y aportes científicos que propicia dicha fuente, además, de las posibles emergencias que permite la configuración del problema de estudio.

Por último, ahondar en aspectos teórico-prácticos enriquece el lenguaje diferenciado de las ciencias, que tiene como cualidades principales “la universalidad, objetividad, imparcialidad y verificabilidad, que contribuyen a la imagen de ciencia y del conocimiento y a reconocer la importancia de unas bases profundas en la consolidación de un fenómeno” (Nagel, 1981, p. 47).

En este orden de ideas, la profundización teórica aporta en la configuración del maestro como un intelectual, en la medida que se aventura a hacer de un objeto de estudio un problema de conocimiento, proceso en el que la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y el enriquecimiento del lenguaje diferenciado de las ciencias son protagonistas. Aunque estos elementos son caracterizados de forma separada, cuando se problematiza sobre un fenómeno natural no son fácilmente diferenciables, ya que presentan una estrecha relación, en la que algunos tendrán mayor importancia según los avances, retrocesos y la búsqueda de explicaciones.

Además, la profundización disciplinar motiva a ir más allá de un conocimiento acabado y

a aventurarse en el ejercicio de interrogar el fenómeno, es decir, reflexionar sobre este, sus limitaciones y alcances hacia la búsqueda de nuevas explicaciones, con lo cual es posible problematizarlo.

En este sentido, al asumir una postura que concibe a la ciencia como una actividad de la cultura, es probable que las acciones del maestro estén relacionadas con la búsqueda de explicaciones; la problematización será la respuesta para avanzar en la comprensión del objeto de estudio y, en este caso, la teorización no será el centro del proceso. En efecto, la observación, la formulación de preguntas, la descripción, la narrativa, la caracterización, la búsqueda de información que documente y permita establecer puntos de encuentro y divergencia serán indispensables para configurar relaciones alternativas sobre el fenómeno.

En definitiva, la profundización y crítica disciplinar incide en el proceso de enseñanza de las ciencias y hace del maestro un posibilitador de dinámicas de transformación cultural y un intelectual ideológicamente comprometido, capaz de analizar y de proponer alternativas en el abordaje y problematización de los fenómenos en el aula (Valencia *et ál.*, 2003).

Las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales

Además de los estudios histórico-epistemológicos y la profundización disciplinar sobre un objeto de estudio, el maestro como una figura intelectual cuenta con nuevas herramientas que le permiten diseñar propuestas de aula, para abordar un fenómeno natural, de formas diferentes a las habituales.

Así mismo, las nuevas comprensiones de un fenómeno favorecen el diseño de propuestas de aula que cualifican las prácticas de enseñanza de las ciencias naturales, además de involucrar un proceso de reflexión y resignificación del

maestro sobre su imagen de ciencia, conocimiento y la construcción de explicaciones en el aula, supuestos que hacen parte de la categoría *problemas de conocimiento* (Valencia *et ál.*, 2003).

Los problemas de conocimiento evidencian la importancia de definir algunos criterios de orden disciplinar, pedagógico-didáctico en el diseño y ejecución de propuestas alternativas que propicien condiciones comunicativas y experienciales orientadas a la construcción de explicaciones relacionadas con el estudio de las ciencias naturales, para lo cual es pertinente establecer estrategias basadas en la experiencia básica, la observación y descripción detallada de la información para documentar el fenómeno. Asimismo, las refutaciones y controversias de los estudiantes frente a sus comprensiones parciales, la artificialización del mundo natural para imponerle condiciones y la complejización de las relaciones causales y multicausales, hasta posibilitar la construcción de explicaciones, propician la interacción continua de ideas, experiencias, habilidades científicas y la comprensión de los fenómenos (Valencia *et ál.*, 2003).

A manera de síntesis

La perspectiva del maestro como intelectual implica reconocer su autonomía, ya que como académico de la ciencia está facultado para transformar los contextos escolares y definir criterios para el estudio de la ciencia —en cuanto actividad humana, histórica y socialmente constituida—. De esta manera, asumir al maestro como un intelectual implica reconocer la importancia de los estudios histórico-epistemológicos, el papel de la profundización disciplinar y las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales.

Los estudios histórico-epistemológicos le permiten asumir una postura crítica frente a los fenómenos naturales, al identificar las controversias, refutaciones, retrocesos y desarrollos que hacen posible la consolidación de un

cuerpo teórico. Asimismo, los hallazgos de la profundización disciplinar aportan en la problematización de los fenómenos naturales, al situarse desde la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y, con ello, enriquecer el lenguaje diferenciado de las ciencias, relación que hace posible interrogar a los fenómenos y hacer de estos un objeto de estudio. Por último, las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales favorecen la incorporación, por parte del maestro, de los interrogantes y situaciones problemáticas que plantean los estudiantes, para propiciar experiencias en las que los objetos de estudio sean un problema de conocimiento en el aula.

En suma, el maestro que se asume como un intelectual comprende la importancia de la profundización histórico-epistemológica en la consolidación de un cuerpo teórico y que el aula constituye un sistema de relaciones en el que es posible la problematización de los fenómenos naturales y, a partir de allí, proponer formas alternativas de construir explicaciones, por medio de las preguntas, las inferencias, la controversia, la búsqueda de información, la artificialización de la naturaleza, las explicaciones provisionales y la comprensión de un fenómeno de estudio, de modo que privilegie una perspectiva compleja para la comprensión de los fenómenos.

Referencias

- Bunge, M. (2017). El pensamiento científico. *Scielo*, 43(3).
- Giroux, H. (1997). *Los profesores como intelectuales: hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Paidós.
- Nagel, E. (1981). *La estructura de la ciencia: problemas de la lógica de la investigación científica*. Paidós.
- Stroker, E. (1985). La idea de Popper del racionalismo crítico. *Teorema*, 15(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2043759.pdf>

Valencia, S. (2018). *Historia y epistemología de las ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional.

Valencia, S., Orozco, J., Garzón, J., Jiménez, G., Forero, J. y Méndez, O. (2003). Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (14), 109-120.

Valencia, S. y Vera, I. (2019a). *Módulo I. La respiración: de soplo vital a problema de conocimiento*. Universidad Pedagógica Nacional.

Valencia, S. y Vera, I. (2019b). *Módulo II. El terrario: una perspectiva fenomenológica para la comprensión de lo vivo*. Universidad Pedagógica Nacional.

Ciencia y conocimiento: una reflexión sobre la ciencia como una actividad cultural y su enseñanza en la escuela

Jhon Edison Pabón Gómez

jepabong@upn.edu.co

Resumen

Este artículo presenta algunas reflexiones relacionadas con las imágenes de la ciencia, el conocimiento y la realidad. El carácter social e histórico de esas imágenes afecta tanto a la actividad docente como a la práctica pedagógica. También determina la perspectiva desde la que el profesor de Ciencias Naturales asume su trabajo. Estas cuestiones se plantean en el marco de los componentes de historia y epistemología de la ciencia del programa de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales.

Palabras claves: Ciencia como actividad cultural, conocimiento escolar, enseñanza de las ciencias.

Abstract

This paper presents some reflections related to the images of science, knowledge, and reality. The social and historical character of those images affect both the teaching activity and the pedagogical practice. They also determine the perspective from which the Natural Sciences teacher assumes his work. These issues arise within the framework of the components of history and epistemology of science of the master's program in Teaching of Natural Sciences.

Key words: Science as a cultural activity, school knowledge, teaching science.

En general, en el campo educativo, los maestros ocupamos gran parte de nuestro tiempo en una serie de actividades, tanto académicas como administrativas, que nos alejan del objetivo fundamental de formar ciudadanos críticos y políticos.¹ El diligenciamiento diario de formatos, planeaciones de clase, elaboración de guías escolares y la gestión de plataformas digitales, entre otras labores, puede dar lugar a una idea limitada de enseñanza asociada a la práctica pedagógica de los maestros.

Durante las actividades de planeación, preparación, desarrollo, ejecución y evaluación de los programas de ciencias naturales en la escuela, pocas veces nos preocupamos por preguntarnos si dichas acciones son acordes al contexto en el que ejercemos como maestros. En otras palabras, es posible que, en algunos casos, en la relación con nuestros estudiantes ignoremos aspectos socioculturales presentes en la escuela y específicamente en el aula.²

En este contexto, me parece interesante que nos planteemos algunas preguntas: ¿cuál es la incidencia del conocimiento cotidiano en los procesos de enseñanza de las ciencias en nuestras aulas?, ¿existe alguna relación entre los conocimientos extraescolares con los procesos culturales y sociales de nuestros estudiantes?, ¿existen diferencias entre conocimiento común, conocimiento cotidiano, conocimiento extraescolar y cultura?, ¿cuáles son las imágenes de conocimiento que tienen nuestros estudiantes desde la dimensión cultural de la escuela?, ¿cuál es el imaginario de conocimiento que tenemos

como maestros de ciencias?, ¿cómo entendemos lo que llamamos conocimiento científico?, ¿el conocimiento escolar son datos organizados a partir de conocimiento científico?, ¿se construye conocimiento con nuestros estudiantes? y si es así, ¿qué tipo de conocimiento es el que se construye?

Aunque son muchas las preguntas que resultan de una reflexión sobre el quehacer docente, la práctica pedagógica y las relaciones que se entretienen entre ellas, no pretendo dar respuesta a estos interrogantes en este escrito, sino, más bien, intento relacionar algunos aspectos que a mi parecer están presentes en una visión de la ciencia como actividad cultural.

Si tenemos en cuenta que la cultura contemporánea está determinada por el campo científico tecnológico y que uno de los principales propósitos de la educación, tal como afirman Chaparro y Orozco (1988), es contribuir al desarrollo de la cultura, se vislumbra una tarea de socialización de este tipo de productos científicos y tecnológicos tanto en el campo escolar como cotidiano de las personas. Esto conlleva a que en la actualidad se tenga una visión de ciencia desde una perspectiva tecnológica que se mantiene a la vanguardia en el desarrollo de artefactos.

En ese sentido, entender la ciencia como un sistema dinámico que también se construye desde la cultura y una mirada de cultura que puede llegar a desarrollar procesos de construcción y reconstrucción de conocimiento abre nuevas perspectivas para entender las rutinas establecidas y arraigadas en las prácticas pedagógicas de los docentes.

A lo largo de su historia, el ser humano ha creado medios y estrategias que le han permitido sobrevivir en un mundo cambiante y dinámico, ya sea por las fluctuaciones naturales del ambiente o por las corrientes culturales de cada época. Ha tenido que adaptarse a las condiciones del medio con el que interactúa, lo que generó un primer conocimiento,

1 Esta idea es tomada con base en los argumentos de la mayoría de los maestros en ejercicio que hacen parte del programa de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de primer semestre del 2019 de la Universidad Pedagógica Nacional.

2 Esta y algunas otras ideas se desarrollaron teniendo en cuenta la relación entre las temáticas asociadas a conocimiento, ciencia y actividad cultural con algunos aspectos elaborados en el escrito titulado “¿Qué es el conocimiento?: una breve caracterización epistemológica desde una mirada como maestro de ciencias”, dentro del marco del seminario Problemáticas Histórico-Filosóficas de los Siglos XVII y XVIII, de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional.

el conocimiento empírico, pero ¿es posible catalogar ese conocimiento empírico como conocimiento científico?, ¿cómo se concibe el conocimiento científico?, ¿por qué tomamos el conocimiento científico como referente?

Para Morin (1986), todo conocimiento se presenta como conocimiento científico y este, a su vez, parte de un componente empírico, que surge desde datos objetivos, que se confirman por observaciones y experimentos, y que es la base de teorías que reflejan lo real. Por otro lado, este conocimiento conlleva un componente formal, que hace alusión a la coherencia lógica, para determinar eso llamado real, a partir de un sistema de ideas.

En esta línea de reflexión, asumir el conocimiento como resultado de la interacción del sujeto con el mundo natural y social, significa que “el conocimiento no se recibe pasivamente, ni a través de los sentidos, ni por medio de la comunicación, sino que es construido activamente por el sujeto” (Glaserfeld, 1996, p. 47).

Ahora bien, si se relaciona el conocimiento con el constructivismo radical, y partiendo de la idea de que el conocimiento no es solo uno, es pertinente preguntarse ¿qué tipo de conocimiento es el que construye el sujeto?, ¿qué implicaciones tiene construir conocimiento activamente por el sujeto? En relación con lo anterior, con frecuencia, en el campo de la educación y, en particular, en escenarios de formación de maestros, se alude a que el conocimiento no se transmite ni se descubre, sino que se construye.

En mi opinión, existen modelos educativos o pedagógicos que se popularizan, pero de los que poco se conoce sobre sus bases conceptuales o epistemológicas, por lo que se tergiversan, quizá, sus principios. Además, no parece haber claridad conceptual sobre el constructivismo radical y otras corrientes de esta perspectiva teórica y, generalmente, surge en el discurso la versión más moderada de Jean Piaget (1974), que presenta ciertas diferencias con otros autores de esta corriente. Por ejemplo, mientras Gla-

sersfeld (1996) elabora sus argumentos en un plano más conceptual y epistémico, Piaget se fundamenta en pruebas que se apoyan en el desarrollo cognitivo de las personas.

Por otro lado, Popper (1977) hace una distinción en lo que el concibe como conocimiento objetivo y subjetivo, la cual parte de un problema de cuerpo y mente (relación entre espíritu y materia), nociones que asocia a tres “mundos”: el primero se refiere a los estados físicos y fisiológicos, al mundo material; el segundo, a un estado psicológico, es decir, estados y procesos mentales, y, el tercero, referido a una conjunción de los dos anteriores en la que se crean productos a partir de la mente humana, con el fin de resolver problemas. Este último, está asociado al conocimiento objetivo, que se interioriza para transformar el conocimiento subjetivo (segundo mundo), basado principalmente en la experiencia personal, pero también en el conocimiento objetivo.

En contraposición con las ideas expresadas por Glaserfeld (1996), para Popper (1977), el conocimiento se adquiere a través de los sentidos (la vista, el oído, el olfato, el gusto y también el tacto), pero ¿cómo se adquiere conocimiento a través de los sentidos? Este mismo autor afirma que constantemente estamos recibiendo estímulos que inciden en nuestros sentidos y se transforman en datos sensoriales, sensaciones o percepciones. De este modo,

después de recibir muchos estímulos de esta manera, descubrimos similitudes en nuestro material sensorial. Así se hace posible la repetición y por medio de ésta llegamos a generalizaciones o reglas. De este modo, la costumbre nos conduce a esperar regularidades”. (Popper, 1977, p. 78)

En la cultura occidental se ha arraigado una idea de ciencia alejada de los contextos cotidianos, una ciencia que se construye bajo dinámicas y estándares altamente calificados y, por ende, solo algunas personas logran hacer parte de la comunidad científica. Esta imagen de ciencia se presenta como universal, terminada y completa y, en consecuencia, los productos

científicos terminan divulgándose a modo de información, que posteriormente se convierten en contenidos que se replican en contextos escolares de cada época.

Por el contrario, para Elkana (1983), la ciencia es un sistema cultural y para que sea vista y entendida de tal forma, es necesario enseñar una ciencia dinámica que aún está incompleta, en permanente cambio y que involucra las vivencias, creencias y costumbres de una cultura en particular. Así, este enfoque hace viable iniciar procesos de indagación e investigación con los estudiantes.

Ahora bien, ¿cómo se entiende el concepto de *cultura*? Al respecto, Geertz (1973) nos dice que el concepto de *cultura* es de carácter semiótico:

el hombre es un animal suspendido en los entramados de significación que él mismo ha tejido, estos entramados son la cultura y que el análisis de ésta no es, en consecuencia, una ciencia experimental en búsqueda de una ley, sino una ciencia interpretativa en búsqueda de una significación. (Citado en Elkana, 1983, p. 45)

Como producto de esos entramados experienciales, la cultura también se configura desde la construcción de una identidad, tanto individual como colectiva, en los procesos sociales, políticos, económicos, religiosos, entre otros, que se desarrollan en nuestros pensamientos y sentimientos, una identidad que nos diferencia unos de otros y que nos brinda la posibilidad de construir múltiples realidades como sujetos con pensamiento complejo y como comunidades organizadas.

Retomando la idea la construcción de conocimiento en relación con la ciencia, entendida como un sistema cultural, es importante destacar que a través de la historia los seres humanos hemos reunido y organizado una gran cantidad de información³ asociada al medio donde

nos vinculamos y esa información ha hecho que surjan múltiples preguntas y formas para explicar fenómenos y, del mismo modo, diversas actividades que se han utilizado en la configuración de métodos, técnicas, instrumentos y habilidades para la evolución del pensamiento del ser humano en el mundo.

De acuerdo con Nagel (1981), todo lo anterior se concibe como sentido común o conocimiento precientífico y, aunque este no tiene bases científicas, afirma que basta con sistematizar, organizar y clasificar dichas experiencias para convertirlas en ciencia. De ese modo, resulta pertinente preguntarse si es posible crear conocimiento científico a partir de creencias cotidianas arraigadas y funcionales en cualquier comunidad, y si es así, ¿perdería validez el método científico?, ¿es posible entonces llegar a consolidar un conocimiento científico a partir de otro medio diferente al método científico?, o, por el contrario, ¿están desligados los conocimientos científicos de las prácticas comunes?

Según Bachelard (1978), existe una ruptura entre conocimiento común y conocimiento científico, experiencia común y técnica científica, que él denomina ruptura epistemológica. Por ejemplo, debe haber una ruptura epistemológica para pasar de un artefacto que alumbra un cuarto, cuyo principio se basa en la combustión, como una lámpara, a otro que lo alumbra por medio de un circuito eléctrico como la bombilla. Pues no es posible retomar ideas que se han desarrollado en una época anterior para explicar fenómenos científicos posteriores, en este caso, no podemos explicar el fundamento del fluido eléctrico por medio de la combustión. En ese orden de ideas, ¿es necesario que se produzca un cambio de artefactos o instrumentos de uso cotidiano para que haya fundamentos científicos?

En lo expuesto hasta ahora, sobre el conocimiento y la forma en que conocemos y construimos explicaciones, es notoria la tendencia a comparar, describir o definir toda forma de conocimiento con relación al conocimiento científico, que se considera válido siempre y

³ Para Elkana (1983) esa información se interpreta como experiencia y esta a su vez hace parte de las fuentes de conocimiento al igual que el raciocinio, la revelación, la autoridad, la analogía, la competencia, la originalidad, la novedad, la belleza, etc.

cuando sea verificable en la experiencia. Desde esta perspectiva, se busca unificar el saber y el conocimiento a través de un método científico, utilizando un lenguaje lleno de formalismos y una semántica común en donde los elementos más importantes se basan en la investigación experimental, los procedimientos de la demostración y el establecimiento de las hipótesis.

En ese sentido, considero que todo lo que llamamos conocimiento, ya sea sensorio motor, conceptual, cognitivo, empírico experiencial, es el resultado de nuestra propia reflexión y abstracción a partir de lo que percibimos y concebimos. Es decir que desde que nacemos estamos continuamente percibiendo información en forma de imágenes y sonidos, que van consolidando nuestras experiencias significativas, que proporcionan un marco para nuestras acciones y pensamientos, a partir de los cuales construimos nuestras propias realidades desde las que intentamos comprender el mundo en que vivimos.

Me resulta interesante retomar algunas de las ideas de los autores anteriormente señalados y relacionarlas con las visiones que desarrolla Elkana (1983) sobre la ciencia como un sistema cultural, pues constituye un argumento válido a la hora de pensarnos y repensarnos la enseñanza de las ciencias en la escuela. Es una actividad compleja que como maestros nos invita a tener en cuenta todas las dinámicas que giran en torno a la escuela, a reflexionar durante todo el proceso pedagógico, didáctico e investigativo.

Poner en relación las dinámicas sociales y culturales que confluyen en la escuela con las formas de conocimiento que ahí se construyen nos lleva a plantear la pregunta: ¿qué significa desarrollar el conocimiento escolar? Como lo mencionan Chaparro y Orozco (1988), en la postura clásica de la educación, esta pregunta no tiene ningún sentido, puesto que el conocimiento que circula en la institución escolar es por excelencia un conocimiento acabado y verdadero, bajo el paradigma del conocimiento científico, al cual se

accede mediante procesos asépticos en los que no se tiene en cuenta el sentido común.

Sin embargo, como maestros de ciencias somos conscientes de que nuestros estudiantes desarrollan un conocimiento cotidiano, sea cual sea su denominación; conocimiento común para Bachelard (1978), conocimiento precientífico para Nagel (1981) o conocimiento extraescolar para Chaparro y Orozco (1988). Es un conocimiento que puede constituir un punto de partida en el campo de la enseñanza, para mediar dichos conocimientos con otro tipo de conocimientos más organizados y configurados en la práctica del maestro y de esta forma construir un conocimiento escolar. Es en este proceso en el que se expresa la dinámica cultural propia de la escuela, entendida como escenario en el que se construyen representaciones propias de la realidad que se diferencian de otras formas de representación, incluidas las científicas (Chaparro y Orozco, 1988).

De ese modo, la actividad escolar en términos de construcción de conocimiento se puede configurar como un sistema cultural en la medida en que se establezcan interacciones entre los diferentes conocimientos que circulan en la sociedad, entre ellos y los conocimientos común y científico, y desde nuestra labor docente complejizar y dinamizar nuestra práctica pedagógica con el fin de posibilitar procesos de mediación y configuración de interacciones sociales y culturales inmersas en el contexto.

Referencias

- Bachelard, G. (1978). *El racionalismo aplicado*. Paidós.
- Chaparro, C. y Orozco, J. (1988). Conocimiento, científico, escuela y cultura. *Revista Planteamientos en Educación*, 3(1).
- Elkana, Y. (1983). *La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica* (vol. 3). Sociedad Colombiana de Epistemología.

Geertz, C. (1973). *La interpretación de las culturas*. Editorial Gedisa.

Glaserfeld, E. (1996). Aspectos del constructivismo radical. En M. Pakman, *Construcciones de la experiencia humana* (vol. 1, pp. 23-50). Gedisa.

Morin, E. (1986). *El método. La naturaleza de la naturaleza*. Ediciones Cátedra.

Nagel, E. (1981). *La estructura de la ciencia: problemas de la lógica de la investigación científica*. Paidós.

Piaget, J. (1974). *A dónde va la educación*. Ariel

Popper, K. (1977). *El cuerpo y la mente*. Paidós

Consideraciones para la modelización de movimientos de cuerpos celestes en la enseñanza de la astronomía

Oscar Jesús Cardona Lara

o.cardonalara@gmail.com; ojcardonal@upn.edu.co

Resumen

Este artículo presenta los principales resultados del análisis de los modelos históricos usados por astrónomos de la Antigüedad (griego, de Ptolomeo, de Copérnico y de Kepler), para explicar la posición y el movimiento del Sol y de la Luna en el firmamento, que junto con los criterios que aporta la teoría de la modelización en las ciencias, se usaron para abordar el estudio de la elaboración de explicaciones que hacen los sujetos sobre los fenómenos estudiados. Fruto de este trabajo, realizado en el marco de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, se plantean algunas consideraciones de orden pedagógico, epistémico y disciplinar que pueden ser de ayuda para orientar la labor del maestro de ciencias, en el diseño de actividades para la enseñanza de la astronomía con un énfasis en la construcción de modelos.

Palabras claves: Modelización en la enseñanza de las ciencias, enseñanza de la astronomía, movimientos de los cuerpos celestes.

Abstract

This article presents the main results of the analysis of the historical models used by ancient astronomers (Greek, Ptolemy, Copernicus and Kepler) to explain the position and movement of the Sun and the Moon in the sky, they, together with the criteria provided by the theory of modeling in the sciences, were used to address the study about the elaboration of explanations that the subjects make about the phenomena studied. As a result of this work, carried out within the framework of the Master's Degree in Teaching Natural Sciences, some considerations of a pedagogical, epistemic and disciplinary nature are proposed that can guide the work of the science teacher in the design of activities for teaching astronomy on model building.

Key words: Modeling in the teaching of science, teaching of astronomy, movement of celestial bodies.

Introducción

Dar cuenta del estado actual del desarrollo científico y tecnológico y del papel que esos cambios y avances desempeñan en lo social representa un reto permanente para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela. De ahí la necesidad de actualizar continuamente tanto los contenidos como las prácticas pedagógicas en estos espacios educativos. Asimismo, es necesario actualizar los argumentos que sustentan esas prácticas y, en especial, los roles del maestro y de los estudiantes en la enseñanza de las ciencias. De estas observaciones y de la reflexión suscitada en los diferentes espacios de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales surge la iniciativa de identificar un conjunto de consideraciones que orienten al maestro en la enseñanza de un evento astronómico específico, a saber, la posición y movimiento del Sol y de la Luna.

Consideraciones que sirvan como criterios para tomar decisiones en el diseño y desarrollo de las actividades educativas, que tienen un efecto sobre el rol activo del estudiante frente al estudio de un fenómeno celeste, en cuanto las actividades que se le proponen tienen sentido para él desde su contexto y le ayudan a comprender y explicar su entorno astronómico de forma significativa. Las consideraciones que se presentan en este artículo¹ se inscriben en el enfoque de la modelización en la enseñanza de las ciencias. Este enfoque es utilizado con bastante frecuencia en la enseñanza de algunos eventos astronómicos, debido a que uno de sus objetivos fundamentales es propiciar que los estudiantes construyan modelos para explicar un objeto de estudio del entorno natural que les rodea. Además, les ayuda a aproximarse a los modelos científicos considerados válidos

para representar el mundo natural (Bohórquez y Orozco, 2015).

En cuanto a la estructura de este artículo, en la primera parte, se presenta el contexto que delimita la investigación. Luego, se describen los referentes teóricos y las metodologías que delinearon las acciones realizadas, seguidos de los resultados encontrados y su análisis. Finalmente, se exponen las reflexiones producto del trabajo de investigación.

Perspectiva teórica

Los referentes teóricos consultados tienen como eje central la modelización, que comprende tres aspectos: el papel del modelo en la ciencia, en la comprensión y explicaciones de los sujetos sobre su entorno y la construcción de modelos en la enseñanza de las ciencias (Greca *et ál.*, 2002; Justi, 2006; Morrison y Morgan, 1999; Greca y Moreira, 1998; Giordan y De Vecchi, 1995).

Los modelos en el contexto científico

Los modelos están conformados por un tipo de representación (gráfico, diagrama, estructura, etc.) que ayuda a simplificar y a explicar objetos del entorno físico (Justi, 2006; Rioja y Ordoñez, 1999). Asimismo, son de carácter “preciso completo y consistente” con el marco teórico científico (Greca y Moreira, 1998, p. 112). E incluso pueden representar algún aspecto específico de la teoría científica que se usa para describir ese objeto natural que se estudia (Morrison y Morgan, 1999). En este punto, el modelo se diferencia del marco teórico científico en que es una abstracción organizada de una porción del conjunto de fenómenos naturales, ya que es necesario que sintetice aspectos relevantes del objeto o sistema físico que representa del entorno natural (Greca *et ál.*, 2002) y, a su vez, sea coherente con el marco teórico en el que se encuadra ese fenómeno objeto de estudio (Cardona, 2020), en tanto el marco teórico está conformado por un conjunto de afirmaciones y enunciados formales realizados sobre el fenómeno observado (ver figura 1).

¹ Este artículo es producto del trabajo de grado del autor en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales titulado “Consideraciones en torno a la elaboración de modelos sobre la posición y movimiento del Sol y la Luna en la enseñanza de la astronomía”.

En el contexto científico, los modelos tienen unas características específicas como su proceso de construcción, función, poder de representación y el aprendizaje, que hacen posible comprender y explicar un objeto de estudio (Morrison y Morgan, 1999). Respecto a la construcción, los modelos son elaborados tanto a partir de la teoría que los enmarca como de los datos y evidencia experimentales (u observacionales en el caso de la astronomía), del lenguaje y símbolos formales y de un proceso de organización individual y social que da sentido a la información. Una de las funciones de un modelo consiste en replicar de forma simple y controlada un fenómeno objeto de estudio y ayuda a explorar en detalle aspectos del sistema que se estudia, como del marco teórico en que se inscribe. Sobre el poder de representación mencionado, en el modelo se abstraen y organizan aspectos relevantes del marco teórico, así como características específicas del conjunto de objetos físicos que se estudia. Por lo tanto, gracias a esa abstracción y organización mencionada, el modelo tiene la función de facilitar el aprendizaje sobre el fenómeno observado, en tanto ayuda a quien lo usa a comprender qué sucede con ese objeto natural, a elaborar explicaciones y, en consecuencia, a

aprender sobre el fenómeno y la teoría usada para explicarlo formalmente (ver figura 1). Claro está, el aprendizaje sobre el fenómeno y la teoría que lo describe solo es posible si el modelo es interrogado, discutido, socializado o construido por el observador.

En el caso de la astronomía y el estudio de los movimientos de los cuerpos celestes, el modelo está integrado por un sistema de representaciones de las diferentes posibilidades que tiene un sistema físico, cuyos elementos presentan diferentes estados (posición y movimiento), según se desarrollan en el tiempo y espacio (Van Frassen, citado por Morrison y Morgan, 1999). Y a su vez, esas representaciones están organizadas e integradas en el modelo, de forma que ayudan a sus usuarios a visibilizar un conjunto de teorías, hechos u objetos asociados a unas variables específicas (en el caso de la astronomía, unas variables son la posición y movimiento del Sol y la Luna). También hacen posible explicar cómo se relacionan esos elementos estudiados y sus características. Claro está, en presencia o ausencia de la teoría, es necesario considerar el papel del sujeto en la construcción y uso de los modelos: su propia comprensión y las explicaciones que construye sobre el fenómeno.

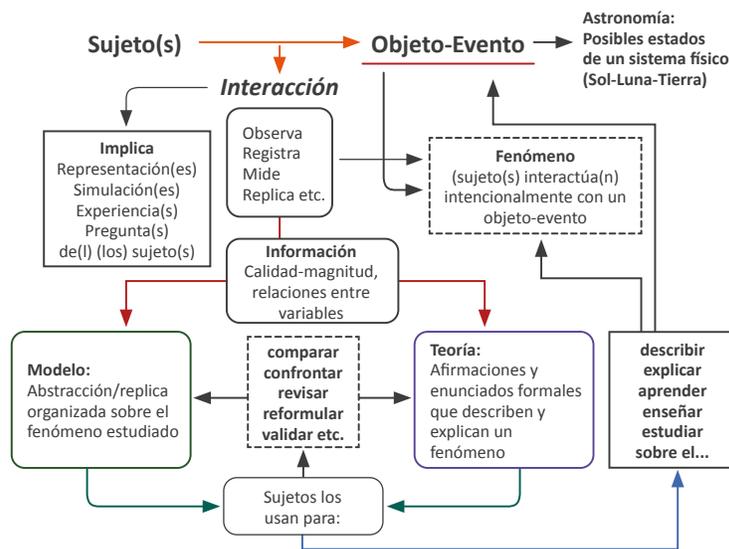


Figura 1. Diagrama relación entre sujeto, fenómeno, modelo y teoría

Fuente: elaboración propia.

Los modelos en la comprensión y explicaciones de los sujetos sobre los fenómenos de su entorno

Respecto al papel del modelo en la comprensión y explicaciones que puede hacer un sujeto, Greca *et ál.* (2002) señalan que cada persona (en condiciones cognitivas normales) posee un conjunto de representaciones conformadas por imágenes, entidades y relaciones que elabora sobre su realidad. Esta condición es importante, ya que está presente en sujetos dentro del contexto de producción científica, como también se puede encontrar en un contexto escolar. Si bien en un estudiante, ese conjunto de representaciones no alcanza el nivel de complejidad y precisión de un modelo científico, le ayuda a comprender y a explicarse a sí mismo los objetos y eventos que transcurren en su entorno natural. Y, mediante estas operaciones, realizar sus propias simulaciones subjetivas sobre un objeto y su comportamiento en el entorno natural que observa (Greca y Moreira, 1998). La simulación es un ejercicio de orden cognitivo mediante el cual el sujeto establece relaciones entre lo que sabe de ese objeto que estudia (narración, observación, experiencia y/o interacción con el objeto) y sus características, a través de diferentes formas de organizar los elementos que usa para describir el objeto que observa (tamaño, forma, color, posición, propiedades, etc.), con lo que observa qué sucede y da sentido, hace significativo para sí mismo, a ese objeto con el cual interactúa, a partir de las relaciones que establece (Greca y Moreira, 1998). Es de anotar que esas simulaciones son frecuentes en el contexto de producción científica, claro está, presentan un mayor nivel de rigurosidad, en la medida que los integrantes de un colectivo científico disponen de una mayor cantidad y precisión en los datos de ese objeto observado y usan formalismos para describirlos (ecuaciones, diagramas, etc.).

La simulación descrita requiere de unos elementos específicos, tales como las representaciones, la experiencia y la pregunta (ver figura 1). Las representaciones son esquemas mentales

(algún tipo de imagen mental que se hace el sujeto respecto a un objeto o evento externo y que le permite distinguirlos de otros), son producto de procesos anteriores, de experiencias, saberes, imágenes, entidades y relaciones que el sujeto ha construido con anterioridad, dentro de su propio contexto (Giordan y De Vecchi, 1995), que, para el caso de los estudiantes, no necesariamente implican en su contenido el saber teórico científico (Cardona, 2020).

La experiencia ofrece al sujeto la oportunidad de disponer de sus propias representaciones o de construir unas nuevas que sean pertinentes para el objeto-evento observado y su contexto. Por ello, es necesario que un sujeto sea consciente del objeto-evento que se estudia —que interactúe con este a través de experimentos o con esquemas que permitan experimentar, cuando no sean tangibles, tal como sucede en la astronomía— y que requiere del uso de instrumentos para cuantificar las cualidades y características observadas.

La pregunta que se hace ese observador sobre aquello que observa es importante en cuanto lo moviliza de forma activa frente al objeto de estudio y lo motiva a buscar y elaborar explicaciones. Esas preguntas pueden ser de carácter individual o grupal, es decir, las preguntas que se hacen otros sobre el objeto de estudio pueden interesar al sujeto, en la medida en que dan cuenta de una preocupación de orden individual y social por comprender ese objeto que se estudia. En ese sentido, el modelo esta mediado por el contexto social (escolar en el caso de los estudiantes) de quienes elaboran un modelo explicativo del fenómeno físico estudiado (Bohórquez y Orozco, 2015).

Los modelos en la enseñanza de las ciencias

La modelización en la enseñanza de las ciencias es un enfoque pedagógico que implica unos supuestos pedagógicos y epistémicos, desde los cuales el maestro reflexiona y pone en juego su práctica docente en torno al aprendizaje, las

metas de aprendizaje, los criterios para seleccionar y organizar los contenidos y las actividades involucradas, entre otros aspectos (Pozo y Gómez, 1998). De ahí que el maestro organice las acciones de los estudiantes dentro de una secuencia de actividades que les ayuda a elaborar sus modelos de forma organizada y con sentido para ellos. Con base en lo expuesto hasta aquí, se evidencia la necesidad de tener en cuenta el papel de la pregunta, la experiencia, las representaciones de los estudiantes, para facilitar su aproximación a los modelos científicos que suelen incorporarse desde el aula a las explicaciones sobre los movimientos de los cuerpos celestes (modelo geocéntrico, heliocéntrico, de Kepler, etc.), de tal forma que estos modelos tengan sentido para ellos desde sus propios saberes y experiencias respecto al objeto de estudio. Para ello, Oliva (2019) propone una secuencia de acciones en la modelización, que consta de los siguientes momentos:

- Definir un problema que requiera de un modelo.
- Disponer de situaciones en las que el estudiante adquiera experiencia con el objeto-problema de estudio.
- Construcción del modelo.
- Puesta a prueba del modelo.

A partir de esta secuencia de momentos y de las consideraciones que se derivan de este trabajo, se puede ofrecer al maestro orientaciones para el diseño y desarrollo de actividades educativas bajo este enfoque de la modelización.

Metodología

A partir de la profundización en los aportes, criterios y discusiones que ofrecen los autores consultados, en torno al papel del modelo en las ciencias, en las explicaciones que elaboran los sujetos y la construcción de modelos se extraen unos criterios desde los cuales se hace una lectura de los modelos históricos usados por los astrónomos de la Antigüedad para explicar la

posición y el movimiento del Sol y de la Luna en el firmamento.

Resultados y análisis

Los cuatro modelos analizados fueron el griego, de Ptolomeo, de Copérnico y de Kepler. Partiendo de los criterios de lectura establecidos en los referentes teóricos, se procedió a estudiar los cuatro modelos, con base en la descripción detallada que hacen de estos modelos los autores consultados (Bohórquez y Orozco, 2015; Rioja y Ordoñez, 1999, Álvarez *et ál.*, 1993; Kuhn, 1985).

Los criterios que definen los modelos analizados fueron los siguientes: 1) el modelo es una estructura racional en la cual se organizaron los datos obtenidos de la observación del cielo; 2) fueron significativos históricamente en las relaciones que construyeron y visibilizaron los astrónomos (Rioja y Ordoñez, 1999); 3) los modelos ayudaron a argumentar, cuestionar y aceptar o rechazar la visión de mundo imperante en el momento en el que fueron planteados; 4) ofrecen descripciones directas o indirectas a la posición y movimiento del Sol y la Luna respecto a un observador en la Tierra, y que por lo tanto fueron reconocidos y ampliamente difundidos con fines educativos.

De cada modelo, se describieron algunas de las características en línea con la perspectiva teórica. Estas características son el objeto de estudio, las posibles preguntas que motivan la construcción del modelo, la visión de mundo y marco teórico en que se inscribe ese modelo, el papel de los instrumentos que permitieron tomar datos en torno a las posiciones y una generalidad del modelo que permite explicar el movimiento del Sol y de la Luna. La tabla 1 recoge la descripción general del movimiento del Sol y de la Luna observados y en la tabla 2 se presentan los principales hallazgos del análisis de los modelos.²

2 Una descripción detallada de los movimientos del Sol/Luna y de los modelos históricos puede ser consultada en Cardona (2020), Rioja y Ordoñez (1999) y Kuhn (1985).

Tabla 1.
Características de los movimientos del Sol/Luna

Movimientos del Sol	Movimientos de la Luna
<p>Movimiento anual Refiere a la trayectoria y tiempo que tarda el Sol en pasar sobre el mismo punto de la esfera celeste, es decir, respecto a una estrella o constelación.</p> <p>Movimiento diurno Refiere a la trayectoria y tiempo que el Sol recorre en el firmamento durante el día y pasa por el mismo punto (o línea horizontal) respecto al horizonte terrestre.</p>	<p>Movimiento mensual <p>Movimiento sinódico: Refiere a la trayectoria y tiempo entre dos fases lunares iguales (de luna llena a luna llena).</p> <p>Movimiento sidéreo: Refiere a la trayectoria y tiempo requerido para pasar por el mismo punto de la esfera celeste, es decir, respecto a una estrella o constelación.</p> <p>Movimiento diurno Refiere a la trayectoria y tiempo en que la Luna recorre en el firmamento durante el día y pasa por el mismo punto (o línea horizontal) respecto al horizonte terrestre.</p> </p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.
Principales aspectos encontrados de la lectura de los modelos históricos

Modelo griego	Modelo Ptolomeo	Modelo Copérnico	Modelo Kepler
Objeto de estudio Organización de los cuerpos celestes, que explique el movimiento a partir de las posiciones observadas.	Objeto de estudio Geometría de las trayectorias circulares.	Objeto de estudio Geometría de las trayectorias circulares en un sistema heliocéntrico.	Objeto de estudio Descripción trayectoria geométrica de Marte que se ajuste con precisión a los datos. Relación periodos orbitales distancias.
Preguntas: ¿Cuál es el orden de los cuerpos celestes? ¿Qué sistema permite describir su movimiento?	Preguntas: ¿Cuál es el sistema de círculos excéntricos más preciso que permite describir el movimiento de los cuerpos celestes?	Preguntas: ¿Cuál es el sistema de círculos excéntricos que permite describir el movimiento de los cuerpos celestes, considerando que el Sol está en el centro del universo?	Preguntas: ¿Por qué las posiciones (predichas) no coinciden con los cálculos de Ptolomeo y Copérnico?
Visión del universo-observador Geocéntrica-física aristotélica, inmóvil y ubicado en el centro del universo. Círculo esfera organizan el cosmos.	Visión del universo-observador Discusión universo geocéntrico-heliocéntrico, nueva física del movimiento que cuestiona la física aristotélica, observador móvil y no céntrico.	Visión del universo-observador Discusión u. geocéntrico-heliocéntrico, nueva física del movimiento que cuestiona la física aristotélica, observador móvil y no céntrico.	Visión del universo-observador Universo heliocéntrico sin esferas, necesidad de nueva física, observador móvil, discusiones si se encuentran en el centro del universo. No esferas, universo mutable.
Papel del instrumento/datos Medir la posición/la interpretación del dato define el sistema de esferas concéntricas, está limitado a una órbita circular.	Papel del instrumento/datos Medir la posición/el dato ayuda a determinar el sistema de excéntricas, limitado a una órbita circular geocéntrica-excéntrica.	Papel del instrumento/datos Medir la posición del planeta/dato determina el sistema de excéntricas circulares heliocéntricas.	Papel del instrumento/datos Medir la posición precisa y regular del planeta. Disminuir margen de error (10 min. a 1 min de arco). Dato determina la forma de la trayectoria elíptica. Demuestra ausencia de esferas celestes.

Modelo griego	Modelo Ptolomeo	Modelo Copérnico	Modelo Kepler
Modelo explicativo del movimiento del Sol/Luna. El Sol y la Luna están incrustados cada uno en un sistema de tres esferas concéntricas, con la tierra en el centro. El movimiento circular y combinado de cada esfera, explica el movimiento anual/mensual y diario.	Modelo explicativo del movimiento del Sol/Luna. El Sol y la Luna están incrustados cada uno en un sistema varias esferas concéntricas, con la tierra en el centro. El movimiento circular y combinado de cada esfera, que describe trayectorias excéntricas respecto a la tierra, explica el movimiento anual/mensual y diario.	Modelo explicativo del movimiento del Sol/Luna. La Tierra y la Luna están incrustados cada uno en un sistema esferas concéntricas, el Sol es el centro de la esfera de la Tierra, y la Tierra el centro de la esfera de la Luna. El movimiento circular y combinado de cada esfera, respecto a un observador en la Tierra, explica el movimiento anual/mensual y diario.	Modelo explicativo del movimiento del Sol/Luna. La Tierra y la Luna describen movimientos que siguen una trayectoria elíptica con el Sol en uno de los focos de la trayectoria de la tierra, y esta última en uno de los focos de la trayectoria de la Luna. La trayectoria elíptica junto a la diferente inclinación de los planos de las trayectorias respecto al Sol explica los movimientos anual/mensual y diarios.

Fuente: elaborado a partir de Cardona (2020).

La lectura de los modelos, junto al cruce de los aspectos encontrados con los referentes metodológicos y la discusión de los aportes presentados por los autores consultados (Cardona, 2020), permitió identificar un conjunto de aspectos centrales en torno al cual se orga-

nizaron los diferentes tipos de consideraciones (pedagógicas, epistémicas, disciplinares). La tabla 3 recoge las consideraciones pedagógicas derivadas, con sus aspectos centrales, y las acciones y elementos a tener en cuenta en cada una.

Tabla 3.
Consideraciones pedagógicas, epistémicas y disciplinares

Pedagógicas	Epistémicas	Disciplinares
<p>La experiencia y la pregunta en la construcción de modelos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer el objeto de estudio • Partir de un problema contextualizado • Uso de instrumentos para medir • Organizar los datos • Uso de variables tiempo y posición en los modelos. 	<p>Comprensión y construcción de explicaciones en torno al fenómeno</p> <ul style="list-style-type: none"> • La construcción de modelos debe acompañarse de preocupación por comprender y explicar un fenómeno • El fenómeno es tal, en tanto el estudiante sea consciente de él • Lógicas y experiencias del sujeto se ponen en juego en las explicaciones construidas. 	<p>Identificación y descripción de los cambios de posición del Sol y la Luna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta los tiempos para visibilizar cambios de posición Sol/Luna • Apoyo en otras fuentes de información • Comprensión y dominio de los cambios de posición del Sol/Luna que permitan plantear actividades centradas en la elaboración de explicaciones.
<p>Comparación y discusión de explicaciones construidas en el aula</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar y discutir explicaciones para evidenciar preguntas e interpretaciones y enriquecer las representaciones • El maestro enriquece la discusión a partir de los referentes científicos. 	<p>Abstracción, simplificación y representación del objeto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesario abstraer información del objeto estudiado • El dato se organiza en un sistema que contextualiza y representa una cualidad del objeto. 	<p>Observación a través de instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de instrumentos sencillos y acordes a la actividad (son medios, no el centro de la actividad) • Datos comprensibles y contextualizados • El dato es el insumo con el cual se construyen relaciones, y construir un modelo.

Pedagógicas	Epistémicas	Disciplinares
<p>Los modelos como construcción compartida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo permite comunicar explicaciones • Privilegiar actividad social • Papel del maestro en la discusión de modelos. 	<p>El contexto social en los modelos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir modelos implica involucrar imaginarios individuales y sociales • El modelo construido permite validar, argumentar y cuestionar imágenes individuales y sociales. 	<p>Organización de los datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los instrumentos y datos siguen una lógica del observador (sistema local de referencia SLR) • Dominio básico del SLR y sus puntos de referencia • Priorizar el SLR en las actividades con los estudiantes.

Fuente: elaborado a partir de Cardona (2020).

Algunos aspectos encontrados a resaltar son:

- Partir de una pregunta o problema que surge del interés por comprender lo que le sucede a ese objeto que se estudia, en tanto el observador (o estudiante) tiene un rol activo.
- Identificar cualidades, asignar magnitudes, construir formas de medir esa cualidad a través de instrumentos (Sandoval *et al.*, 2018) y definir un sistema para organizar esa cualidad-magnitud que constituye un dato.
- La actividad social en la modelización favorece la discusión de las interpretaciones individuales por los participantes, en términos de comunicar, argumentar y aprobar o rechazar un modelo construido por los estudiantes.

Conclusiones

Producto de la reflexión en torno al trabajo de investigación realizado, se encuentran varios aspectos a destacar.

Un primer aspecto es la preocupación personal del maestro por trascender de las actividades anecdóticas, muy frecuentes en las actividades de divulgación, cuyo problema consiste en que están desconectadas al contexto de los estudiantes y no cuentan con un criterio o lineamiento que las configure para que el estudiante le dé sentido a su entorno.

Otro aspecto es que este trabajo permite tomar decisiones argumentadas en el diseño de actividades que ayuden al estudiante a comprender los eventos celestes, que frecuen-

temente no se comprenden en detalle o no son objeto de interés. El movimiento del Sol y de la Luna se constituye en una oportunidad que le ayuda al estudiante acercarse a una forma de proceder en la ciencia y a adaptarse al mundo cambiante y a asumir posturas críticas y reflexivas sobre su entorno.

Esa profundización teórica ayudó a enriquecer no solo los saberes disciplinares, sino también el discurso del maestro, que sustenta futuras prácticas sobre la construcción de modelos en la enseñanza de la astronomía y que se muestra potencialmente factible para otros objetos y eventos celestes. Y, sin lugar a dudas, ofrece al autor de este documento la experiencia y los saberes construidos en este trabajo y la metodología para abordar proyectos de esta índole, así como al lector le ofrece un punto de referencia para reflexionar y, por qué no, para construir nuevas propuestas en torno a la enseñanza de la astronomía.

Referencias

- Álvarez, G., Marquina, J. y Ridaura, S. (1993, abril-junio). La esfera y el círculo en la historia. *Ciencias*, (30), 2-9. <https://www.revistaciencias.unam.mx/pt/180-revistas/revista-ciencias-30/1670-la-esfera-y-el-circulo-en-la-historia.html>
- Bohórquez, J. y Orozco, F. (2015). Modelo y modelización en la historia de las ciencias. *Revista Teckne*, 13(1), 34-44. http://unihorizonte.edu.co/test/revista_teckne/pdf/Revista-Teckne-Vol-13-No-1.pdf

- Cardona, O. (2020). *Consideraciones en torno a la elaboración de modelos sobre la posición y movimiento del sol y la luna en la enseñanza de la astronomía* [Tesis de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12596>
- Giordan, A. y De Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber* (Serie Fundamentos 1, Colección Investigación y Enseñanza Diada). Editora S. L.
- Greca, I. y Moreira, M. (1998, agosto). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Caterinense de Ensino de Física*, 15(2), 107-120.
- Greca, I., Moreira, M. y Palmero, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3), 37-57.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(24), 173-184. <https://core.ac.uk/download/pdf/13271794.pdf>
- Kuhn, T. (1985). *The Copernican Revolution*. Library of Congress. <https://fpa2014.files.wordpress.com/2014/01/kuhn-thomas-s-the-copernican-revolution.pdf>
- Morrison, M. y Morgan, M. (1999). Models as mediating instruments. En M. Morgan y M. Morrison (eds.), *Models as mediators* (pp. 10-37). Cambridge University Press.
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(37), 5-24. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2019v37n2/edlc_a2019v37n2p5.pdf
- Pozo, J. y Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Rioja, A. y Ordoñez, J. (1999). *Teorías del universo* (vol. 1, De los pitagóricos a Galileo). Síntesis.
- Sandoval, S., Malagón, J., Garzón, M., Ayala, M. y Tarazona, L. (2018). *Una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias* (1.ª ed.). Universidad Pedagógica Nacional-CIUP. <http://editorial.pedagogica.edu.co/docs/files/CIUPLibro%209%20final.pdf>

El movimiento de los cuerpos. Criterios epistemológicos, disciplinarios y pedagógico- didácticos para el diseño de una propuesta de aula experimental

Rachel N. Catanese Cannizzo
rachel.catanese@gmail.com

Resumen

En este artículo se presentan algunas reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias y de la física, el papel del docente en el proceso de enseñanza de las ciencias, así como también sobre el diseño, planificación y desarrollo de actividades orientadas a generar la comprensión de los fenómenos físicos, con las que se busca propiciar la construcción colectiva de nuevas formas de ver, reflexionar y hablar de estos. Finalmente, a partir de las reflexiones realizadas, se plantean criterios de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico-didácticos para diseñar y planificar una propuesta de aula para la enseñanza del movimiento de los cuerpos.

Palabras claves: Enseñanza de las ciencias, actividad experimental, movimiento de los cuerpos.

Abstract

This paper presents some reflections about the teaching of science and physics, the role of the teacher in this process, as well as on the design, planning, and development of activities aimed at generating an understanding of physical phenomena, which seek to promote the collective construction of new ways of seeing, reflecting, and talking about them. Finally, based on the reflections made, criteria of an epistemological, disciplinary, and pedagogical-didactic order are proposed to design and plan a classroom proposal for teaching the movement of bodies.

Key words: science education, experimental activity, movement of bodies.



Fuente: tomado de Bével (2015).

Introducción

Son muchas las dificultades que surgen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, también, muchos los retos que en dicho proceso enfrentamos diariamente los docentes de ciencias. A continuación, se exponen algunas reflexiones sobre la praxis en la enseñanza de la física, el papel del docente como del estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje y sobre la importancia de las actividades que se planifican y desarrollan en el aula de clases para la construcción del conocimiento en torno a un fenómeno físico.

Reflexión que surge en el proceso de elaboración del trabajo de grado *Construcción y formalización del fenómeno del movimiento de los cuerpos: propuesta didáctica para su enseñanza en los cursos introductorios de física*, realizado en el marco de la maestría en Docencia de las Ciencias.

En este contexto reflexivo, se plantea la necesidad de acercar la física a los estudiantes, ya que, en general, estos afirman que es una ciencia inalcanzable y difícil de comprender. Además de la necesidad de ofrecer diferentes actividades y herramientas, a través de las cuales puedan construir nuevas formas de percibir, pensar y hablar acerca del mundo físico. Para ello, es necesario establecer criterios de orden disciplinar, epistémicos y pedagógico-didácticos que permitan la planificación y el diseño de una propuesta de aula para estudiar el fenómeno del movimiento de los cuerpos.

Reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias

Enseñar es un arte que conlleva ayudar a nuestros estudiantes a desarrollar habilidades y propiciar espacios de reflexión para el intercambio de

ideas y la construcción de significados. Enseñar significa brindar oportunidades que enriquezcan sus experiencias y potencien su capacidad de construir nuevas formas de ver y de explicar el mundo que nos rodea (Catanese, 2020).

En este marco, el papel de cada uno de los protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje de una ciencia es relevante: de un lado, las acciones que realizan tanto estudiantes como docentes y, de otro, el papel de la escuela, su organización y las relaciones que se dan en ella.

Actualmente, se han puesto muchas expectativas en la escuela, se le exige muchas transformaciones para enfrentar los retos que el entorno social le plantea a la educación. Se asume como el lugar en el que los estudiantes construyen conocimiento y transforman sus concepciones, les atribuyen nuevos significados y dialogan y reflexionan sobre estas. En esta línea de pensamiento, Chaparro y Orozco (1988) plantean que la escuela enfrenta actualmente muchos retos, uno de los más importantes es la transformación cultural de la sociedad.

Continuamente, escuchamos llamados a reflexionar, examinar y cuestionar nuestra práctica docente. Si bien, en muchos casos, nuestras “manos están atadas” —al diseño curricular, a los programas académicos, a los lineamientos curriculares e institucionales, así como a los libros de texto—, el papel del docente resulta fundamental tanto dentro del aula y la escuela como fuera de estos espacios. En particular, los maestros de ciencias estamos llamados a reinventar nuestra práctica docente, a pensar en lo que se enseña, para qué se enseña y cómo se enseña. Hoy en día, esto es clave para el éxito en la enseñanza de las ciencias.

En este contexto, una tarea inicial en la enseñanza de la física, que los docentes debemos asumir, es la de promover la transformación de las ideas de sentido común que tienen los estudiantes acerca del saber físico, pues el conocimiento de la disciplina no se evidencia solamente resolviendo gran cantidad de ejerci-

cios y problemas que no tienen relación con las situaciones de la vida cotidiana. Así, debemos esforzarnos por restar peso a “la tradición” en la enseñanza de la disciplina y superar el estudio de los fundamentos, es decir, reducir la brecha que existe entre los programas académicos y los fenómenos sociales contemporáneos.

En consonancia con lo anterior, debemos enfocar gran parte de nuestros esfuerzos en transformar lo que se enseña, en darle sentido a lo que enseñamos y la manera como lo llevamos al aula, lo cual está relacionado con el compromiso que tenemos con nuestros estudiantes, con la escuela y con la sociedad al enseñar ciencias. En este sentido, el docente debe reflexionar y reorientar su práctica, alimentarla y darle sentido desde aproximaciones conceptuales en las que lo ontológico, lo epistemológico y lo metodológico resulten significativos para definir y orientar criterios que permitan solucionar los problemas que se presentan al enseñar (Chaparro y Orozco, 1988).

Reflexiones sobre la construcción del conocimiento

Hoy en día, en el proceso de enseñanza de las ciencias se busca el quiebre de los modelos tradicionales de enseñanza y de la exposición magistral por parte del docente. Estamos llamados a cuestionar y a reinventar nuestra práctica. Una forma de hacerlo es privilegiando el trabajo colectivo en el aula, de manera que propicie que el estudiante asuma un papel protagónico en su proceso de aprendizaje; alzando su voz y participando en las actividades de la clase. Para ello, cuenta con el acompañamiento del docente, quien debe ayudarlo a adquirir las habilidades para responder a los requerimientos sociales actuales, así como a los que le plantea la escuela, con todas sus relaciones, y las familias, aspectos que influyen, de diferentes maneras, en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Catanese, 2020).

Por lo anterior, considero que el conocimiento es un proceso de construcción colectiva, que resulta de los aportes de cada uno de los participantes en dicho proceso. Teniendo claros los intereses, intencionalidades y objetivos de enseñanza, el docente idea y planifica diferentes actividades, encaminadas a establecer relaciones, formas de representar y de comunicar lo que los estudiantes perciben acerca de un fenómeno de estudio, por lo cual resulta fundamental el desarrollo de prácticas experimentales dentro del aula de clases (Catanese, 2020). A través de ellas se logra la construcción y la comprensión de la fenomenología, se problematiza el fenómeno de estudio, se identifican las variables, se establecen las relaciones y se interpretan los resultados, asignándoles finalmente un significado, para expresarlo de diferentes maneras a través del lenguaje (Malagón *et ál.*, 2013).

Según Malagón *et ál.* (2013), “[...] percibir, analizar, cuestionar y entender un fenómeno nos lleva a construir un campo fenomenológico” (p. 2) y, lo que se interprete y se diga de él, requiere de la observación, organización, relación y conexión de variables, así como de las concepciones que se tengan del objeto de estudio. Con respecto a esto último, considero fundamental indagar sobre lo que nuestros estudiantes entienden sobre el fenómeno de estudio, ya que del modo en que lo piensen depende el significado que le asignen. Además, en el aprendizaje de un fenómeno es importante la conexión entre el lenguaje, la experiencia y el conocimiento para la construcción de nuevas formas de ver y expresar el mundo que nos rodea —ordenada, detallada y sistemáticamente mediante el lenguaje (Arcà *et ál.*, 1990)—.

Reflexiones sobre el estudio del movimiento de los cuerpos

El movimiento se hace fenómeno cuando lo cuestionamos, cuando nos preguntamos por los aspectos que influyen o intervienen en él, cuando lo analizamos, interpretamos y describi-

mos sus cualidades. Es decir, desde la experiencia que tenemos acerca del movimiento de los cuerpos y mediante el desarrollo de experimentos, tal como lo hizo Galileo (Catanese, 2020), pues la construcción de una fenomenología requiere de la observación, organización, descripción, interpretación y explicación de lo que se percibe acerca de un fenómeno (Malagón *et ál.*, 2013).

En otras palabras, es importante vincular la experiencia que tenemos sobre el movimiento a experimentos en los cuales se observe y cuestione el fenómeno, se identifiquen y relacionen las variables de estudio y, finalmente, se expresen nuevas y personales formas de explicarlo y de representarlo, a través del lenguaje, ya sea de forma oral o escrita, verbal o gráfica, lo que se considera como el proceso de formalización (Catanese, 2020).

Por ejemplo, abordar el concepto de *velocidad* en el aula como una relación aritmética espacio-temporal conlleva una dificultad para la comprensión de la magnitud, ya que los estudiantes la vinculan con su experiencia de lo “rápido” o lo “lento”, encontrando un salto cuando la velocidad es presentada como función continua dependiente del tiempo (Catanese, 2020). De modo que el docente debe establecer un puente para que los estudiantes realicen este tipo de formalización, de manera semejante a como lo hizo Galileo en su Tercera Jornada (Giusti, s. f.).

Galileo halló, demostró y estableció relaciones entre las magnitudes en un movimiento uniforme y acelerado de los cuerpos en movimiento, valiéndose únicamente de sus conocimientos sobre las proporciones y la geometrización euclidiana. Dicho de otra manera, organizó y construyó un lenguaje y una forma de explicar el movimiento de los cuerpos, mediante experiencias y observaciones detalladas de lo que ocurría (Catanese, 2020).

Dentro de sus aportes más significativos a la cinemática, se tienen las relaciones de orden entre las magnitudes espacio y tiempo, como

también entre espacios y velocidades, construidas desde el análisis del movimiento de un cuerpo en distintos momentos y, luego, entre dos cuerpos; la construcción de proporciones directas, para el caso del movimiento uniforme, entre la velocidad y el espacio recorrido, previo al establecimiento de funciones $x(t)$ y $v(t)$ (Catanese, 2020, p. 112); y, para el caso del movimiento uniformemente acelerado, la construcción de la magnitud velocidad como una magnitud proporcional al tiempo.

El trabajo realizado por Galileo sobre los planos inclinados permite deducir a) que los espacios recorridos por un cuerpo al descender sobre un plano inclinado son proporcionales al tiempo, b) que la trayectoria de un cuerpo que cae por un plano inclinado luego de abandonarlo es una trayectoria semiparabólica, c) que el alcance horizontal logrado por un cuerpo que cae por un plano inclinado al abandonarlo es proporcional a la velocidad con la que cae, d) el establecimiento de proporcionalidades, acudiendo a la representación geométrica utilizada por Galileo, no implica dejar de lado el carácter instantáneo de la velocidad (Catanese, 2020, p. 113).

En cada punto de la trayectoria o en cada instante de tiempo “representado por segmento de rectas [de las] que no importa su magnitud”, Galileo asigna un valor de velocidad. Estas proporciones no implican la idea de velocidad como un cociente, sino que nos permite visualizar la velocidad del cuerpo en cada punto de la trayectoria (Catanese, 2020).

Criterios para el diseño y planificación de una propuesta de aula

Parte de nuestro ejercicio docente consiste en buscar y ofrecer continuamente diferentes herramientas a nuestros estudiantes para que comprendan el fenómeno de estudio y elaboren formas diferentes de hablar de él. Dado que son

los estudiantes quienes desarrollan las actividades propuestas en el aula de clases, estas deben ser diseñadas y planificadas, teniendo en cuenta las intenciones y los objetivos de enseñanza, así como también las construcciones que se desea que hagan los estudiantes (Catanese, 2020).

De orden epistemológicos

Así, los criterios de orden epistemológico se expresan en actividades enfocadas al desarrollo colectivo de prácticas experimentales en el aula, con las que los estudiantes identifiquen lo que sucede a su alrededor, problematicen y cuestionen el fenómeno de estudio, identifiquen y establezcan relaciones de orden entre las variables, interpreten los resultados obtenidos y asignen y expresen los significados que le otorguen a dichos resultados (Catanese, 2020).

La comprensión y la construcción de un campo fenomenológico se logra con la observación detallada de lo que ocurre, con la organización de lo que perciben, el cuestionamiento constante de lo que se percibe, con el análisis e interpretación de lo que acontece y, finalmente, con la construcción personal de interpretaciones sobre el fenómeno de estudio, mediadas por el lenguaje (Malagón *et ál.*, 2013).

Lo anterior favorece el enriquecimiento de las experiencias de los estudiantes, lo cual se verá reflejado en las construcciones que realicen. Por ello, es fundamental destacar la conexión entre la experiencia, el lenguaje y el conocimiento en el proceso de aprendizaje de una ciencia (Arcà *et ál.*, 1990). A partir del desarrollo de prácticas experimentales y con la conexión y diálogo que se establezcan entre las concepciones en torno al fenómeno, se originarán nuevas y organizadas maneras de verlo, que, a mi modo de ver, constituyen el proceso de formalización.

La manera como los estudiantes representan lo que perciben sobre el fenómeno estudiado, sus variables y las relaciones entre estas suele expresarse de diferentes formas. En algunos casos, puede constituir una representación

gráfica, en otros, por medio de la palabra, o con el planteamiento de relaciones y proporciones entre las variables de estudio, mientras que, para la mayoría, se da a través de una expresión matemática. Todas son válidas y le permiten al docente evidenciar la construcción de conocimiento que realizan sus estudiantes, siempre y cuando le atribuyan el significado que cada una tiene dentro de este proceso.

De orden disciplinar

Con respecto a los criterios de orden disciplinar, el movimiento parte inicialmente de la construcción de variables como espacio, tiempo y velocidad; tres elementos, independientes entre sí, cuya identificación, reconocimiento y representación constituyen un asunto importante para formalizar el movimiento. Así que, cuando se establecen vínculos entre ellos y relaciones de orden, se construyen las variables de estudio que darán cuenta de las nuevas formas de ver y hablar del fenómeno del movimiento (Catanese, 2020).

Otro de los criterios de orden disciplinar está vinculado con las relaciones entre las variables. Al desarrollar sus experiencias, Galileo se interrogaba acerca de lo que pasaba con las variables involucradas —estableciendo proporciones entre ellas y, luego, alterando una sin modificar la otra—, analizó los nuevos acontecimientos, estableciendo vínculos y relaciones de orden entre las variables para dar cuenta del movimiento de los cuerpos. Finalmente, las maneras de formalizar el movimiento, por medio del planteamiento de proporciones y la representación de segmentos, le permitió identificar y predecir las formas de las trayectorias de los cuerpos al desplazarse por un plano y abandonarlo (Catanese, 2020).

De orden pedagógicos-didácticos

Con respecto a los criterios de orden pedagógico y didáctico, el papel del estudiante en su proceso de formación debe ser protagónico, pues

es quien de forma activa y conjunta construye su conocimiento. Debe manifestarse de viva voz en el aula, desarrollar las actividades propuestas dentro de la misma y expresar sus construcciones a través del lenguaje. No debe hacerlo solo, ya que el trabajo colectivo dentro del aula es importante; pues tanto el docente como los estudiantes pueden propiciar espacios de análisis, reflexión y construcción (Catanese, 2020).

Finalmente, en cuanto al papel del docente como guía en el proceso de aprendizaje, debemos considerar lo que resulta significativo para nuestros estudiantes y, luego, propiciar actividades que despierten el interés y la creatividad para que desarrollen habilidades expresivas, a través de la socialización de las actividades realizadas.

Conclusiones

A pesar de las dificultades que día a día enfrentamos los docentes en la enseñanza de las ciencias, son muchas las estrategias que podemos considerar para mitigarlas. Nuestro compromiso dentro y fuera del aula con toda la comunidad educativa es fundamental, especialmente con nuestros estudiantes, pues somos quienes decidimos qué enseñarles, cómo enseñarlo y cómo trabajarlo dentro del aula de clases.

En efecto, tenemos la potestad de privilegiar unos contenidos sobre otros, así como los aspectos fundamentales del fenómeno de estudio, a través del diseño y planeación de las actividades experimentales, que deben ser pensadas, analizadas y construidas con objetivos e intencionalidades claras. El propósito de ello es estimular el trabajo colectivo en el aula, así como el establecimiento de conexiones que den lugar a la construcción de una fenomenología, con la cual, finalmente, se estimulen nuevas comprensiones; nuevas y diferentes formas de pensar y hablar del fenómeno de estudio a través del lenguaje.

Asimismo, se han identificado y planteado elementos fundamentales para la constitución de criterios de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico-didáctico para el diseño

y planeación de una propuesta de aula que promueva la comprensión y la explicación del fenómeno del movimiento de los cuerpos (tabla 1).

Tabla 1.

Elementos considerados para la constitución de criterios epistemológicos, disciplinares y pedagógicos-didácticos para una propuesta de aula

	Criterios epistemológicos	Criterios disciplinares	Criterios pedagógicos-didácticos
Elementos	Conexión entre la experiencia, el lenguaje y el conocimiento.		Papel del estudiante en su proceso de formalización.
	Desarrollo colectivo de prácticas experimentales en el aula.	Construcción de variables. Relación entre variables.	Trabajo colectivo dentro del aula de clases.
	Comprensión y construcción de un campo fenomenológico.	Formas de formalización.	Papel del docente como guía del proceso de aprendizaje.

Fuente: adaptada de Catanese (2020).

Referencias

Arcà, M., Guidoni, P. y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Ediciones Paidós.

Catanese, R. (2020). *Construcción y formalización del fenómeno del movimiento: propuesta didáctica para su enseñanza en los cursos introductorios de física* [Tesis de Grado. Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12595>

Chaparro, C. y Orozco, J. (1988). Conocimiento, científico, escuela y cultura. *Revista Planteamientos de Educación*, 3(1).

Giusti, E. (s. f.). *Los discursos sobre dos nuevas ciencias*. Universitá di Firenze.

Malagón, F., Sandoval, S. y Ayala, M. (2013, enero-junio). La actividad experimental: construcción de y procesos de formalización. *Praxis Filosófica Nueva Serie*, 36, 119-138.

Bével. (2015). Cuerpo, Lenguaje y emoción. En movimiento [figura]. <https://bevel.es/project/cuerpo-emocion-y-lenguaje-en-movimiento/>

Construcción de explicaciones en la clase de ciencias: propuesta de aula como experiencia contextual

Yenny E. Parra Cortés
yenyhope@hotmail.com

Verónica I. Pinzón Triana
veropinzon22@yahoo.es

Edwin O. Villalba Vargas
edwinvillalba@hotmail.com

Resumen

El presente artículo se basa en la construcción de explicaciones en la clase de ciencias a partir de la sistematización de una propuesta de aula como experiencia contextual que tuvo lugar en el Colegio Almirante Padilla IED, ubicado en Usme (Bogotá), donde se trabajó con población de la jornada tarde y fin de semana de los grados 8.º, 9.º y 11.º. Para ello, se realizó el diseño e implementación de una cartilla sobre el análisis de las condiciones de vida de peces de los acuarios institucionales. Se resaltan algunos aspectos inmersos en la construcción de explicaciones, la importancia de la sistematización en el quehacer del docente y la resignificación de las prácticas educativas desde el referente de la ciencia como actividad cultural.

Palabras claves: Ciencias naturales, construcción de explicaciones, construcción de conocimiento.

Abstract

Some reflection about our work as teachers allows us to elucidate issues related to pedagogical practice that merit in-depth analysis. Among those issues there is the challenge of making science classes true spaces for the construction of knowledge. The experience reported is inscribed in the perspective of science as a cultural activity and intended to promote conditions for the construction of explanations of the natural world. Within the framework of the strategies proposed in the PRAE of the Colegio Almirante Padilla IED, in the locality of Usme in the city of Bogotá, the "Mundo AQUA" booklet was designed and implemented on the analysis of the living conditions of fish in the institution's aquariums. The work was carried out in the natural sciences class with a group of young people from the 8th, 9th and 11th grades in the afternoon and on weekend shifts. Among the results, the importance of systematization in the teacher's work and the re-signification of educational practices from different points of reference stand out.

Key words: Natural sciences, knowledge construction.

Introducción

Una mirada a nuestra práctica

Enseñar ciencias naturales de manera que las clases sean verdaderos espacios de construcción de conocimiento es uno de los grandes retos que enfrentamos los docentes, pues en ocasiones se han asumido como espacios limitados a la transmisión de información, sin un contexto y sin un sentido histórico:

Hay que situar la educación científica en el contexto de una sociedad en la que sobra información y faltan marcos conceptuales para interpretar esa información, de modo que la transmisión de datos no debería constituir un fin principal de la educación, que debería estar dirigida más bien a dar sentido al mundo que nos rodea, a comprender las leyes y principios que lo rigen. (Pozo y Gómez, 1998, p. 88)

Si entendemos la ciencia como actividad cultural y a la escuela como agente dinamizador de la sociedad, es fundamental que en las prácticas educativas se asuma la clase como escenario constructor de conocimiento y no como transmisor de información científica. En tal sentido, resulta fundamental reflexionar sobre aspectos concernientes al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias:

- Prácticas netamente transmisionistas y no constructoras
- Falta de contextualización de los temas trabajados
- Falta de espacios para construir explicaciones
- Asumir que el conocimiento son verdades absolutas
- Ausencia de espacios para la construcción colectiva de conocimiento

La navegación de la propuesta de aula

En busca de innovar con actividades prácticas en las clases de ciencias, en 2008 se incluye una línea de acción denominada “Animales para aprender”, en el proyecto ambiental escolar (PRAE). Se realizaron actividades con zocrías de animales pequeños, como peces de acuario, proceso que se extendió por tres años. En 2011, las actividades se enfocaron en el manejo de peces a través de la estrategia denominada “Acuarios para aprender”. Para el año 2013, se inicia la consolidación de la experiencia, propiciando explicaciones y fortaleciendo la construcción de conocimiento sobre los peces de acuario, en el marco de la especialización y la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la UPN. Esta experiencia se mantiene hasta la fecha, en la figura 1 se relacionan otros avances obtenidos.

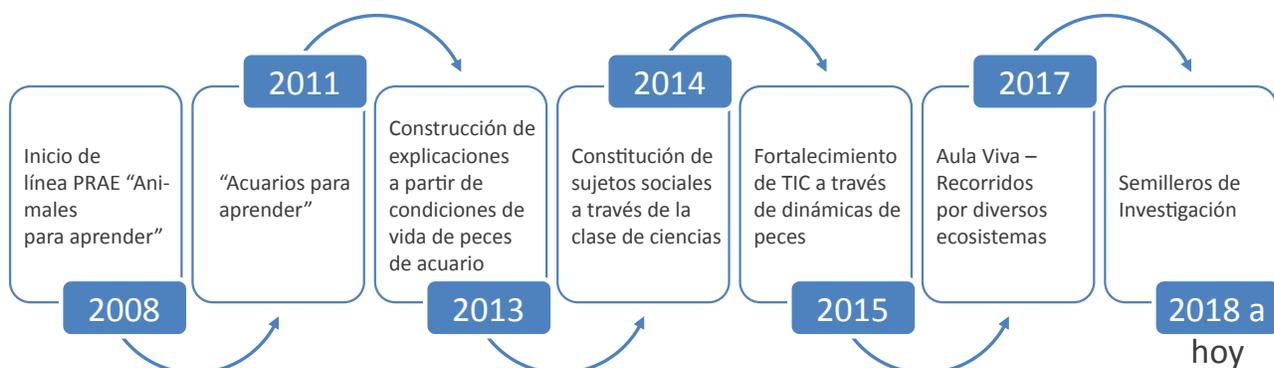


Figura 1. Historia del proceso

Fuente: elaboración propia.

Problematización

A partir de la labor que realizamos como maestros de ciencias naturales, es importante retomar la reflexión sobre nuestras prácticas a fin de contribuir en la construcción de conocimiento en los estudiantes. Desde esta perspectiva, la explicación cobra un papel fundamental para dar cuenta de los fenómenos del mundo natural (¿cómo y por qué suceden?) y contribuir así en la búsqueda de la construcción del conocimiento. En este contexto, Candela (1999) plantea que la elaboración de explicaciones reestructura ideas de los estudiantes, mejora sus capacidades comunicativas y permite edificar procesos discursivos. Así los estudiantes articulan explicaciones desde la necesidad de responder sus propios cuestionamientos y los propuestos en el trabajo colectivo, esto último les permite validar o reformular sus planteamientos sobre el fenómeno de estudio. La labor del maestro de ciencias es fundamental a la hora de propiciar condiciones para que los estudiantes lleven a cabo estos procesos. Leinhardt (1998) propone:

El corazón de cada episodio de enseñanza es la explicación de una idea o fenómeno [...]. Independientemente de cuál tipo de enseñanza uno está describiendo, las explicaciones dadas o la construcción de una explicación son fundamentales para el proceso de aprendizaje. (Leinhardt, 1998, pp. 56-57)

En la aplicación de la propuesta de aula, los estudiantes convocados partieron de procesos contextuales, de su cotidianidad, del conocimiento previo que habían elaborado desde su experiencia y desde otras fuentes, que durante varios años constituyeron una necesidad específica de dar respuesta a múltiples interrogantes que surgían en el transcurrir de las clases de ciencias naturales. En ese orden de ideas, el propósito general fue, *propiciar la construcción de conocimiento por medio de explicaciones acerca del estudio de condiciones de vida de peces de acuario en los estudiantes del Colegio Almirante Padilla IED*; para ello, se enmarcaron propósitos específicos relacionados en la figura 2.

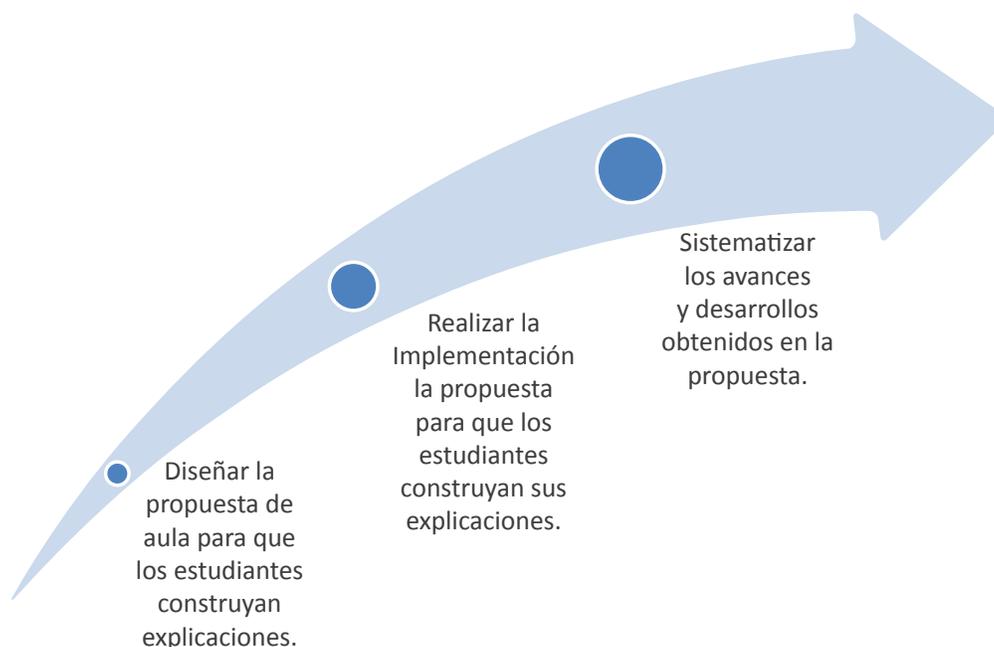


Figura 2. Propósitos específicos

Fuente: elaboración propia.

Metodología

La propuesta de aula se planteó desde un enfoque cualitativo, este produjo datos que se encuentran presentes en las palabras, frases, descripciones, narraciones y explicaciones construidas por los estudiantes, analizando de manera holística su contexto, lo que implicó comprenderlos dentro de su marco de referencia. En esta línea, se trabajó desde una visión interpretativa centrandolo el interés en la descripción, comprensión, caracterización e interpretación de los fenómenos y sus significados. Para la implementación de esta ruta metodológica se empleó como técnica la sistematización, al respecto, Mejía (2009) plantea dicho proceso como una práctica para la producción de saber y conocimiento, que conlleva la recuperación y análisis de experiencias y vivencias para resignificar nuestro quehacer como docentes.

Teorización

Parra *et ál.* (2013) señalan que la explicación se ha abordado históricamente desde una perspectiva epistemológica y ha sido interpretada a partir de un proceso didáctico. Explicar es fundamental para todos los sujetos, para comprender los fenómenos y responder cuestionamientos, por tanto, en la clase de ciencias es imprescindible generar escenarios para construir explicaciones. Según Maturana (1990), gracias a las explicaciones damos validez a las representaciones de las imágenes de conocimiento que tenemos acerca de lo que nos rodea y establecemos nexos entre lo biológico y lo social; situación que se da siempre y cuando dichas explicaciones incluyan procesos de descripción, proposición y deducción. Según esta perspectiva, las explicaciones pueden circular en las prácticas de enseñanza, porque “explicar significa incrementar el entendimiento de las causas de un fenómeno” (Concari, 2001, p. 89).

La explicación desde una mirada didáctica

A fin de comprender los fenómenos naturales, los sujetos necesitan construir explicaciones, no obstante, este es un proceso que se realiza en colectivo, no individualmente, de esta manera es posible objetar, robustecer o modificar ideas expuestas. Son entonces las explicaciones, formas de comprender diversos aspectos relacionados con temáticas culturales, políticas, sociales y ambientales. Candela (1997) plantea las explicaciones como “aquellas expresiones verbales que tienden a comprender un hecho, objeto, fenómeno o idea. Esto es, que van más allá de una descripción, para tratar de encontrar las causas que lo provocan o permiten entenderlo” (p. 105).

Inicialmente, las explicaciones se pueden construir como descripciones, resaltando características constitutivas de los eventos, a continuación, es posible exponer causas y efectos trascendiendo a un plano más general a través de distintas expresiones desde la experiencia. La experiencia como eje articulador potencia la capacidad de imaginar, formalizar y construir razones propiciando la resignificación de la práctica docente, de manera que los estudiantes reflexionen acerca de las relaciones entre el mundo, la ciencia y la sociedad (Villalba, 2015).

Mundo aqua

En el aula de clase es fundamental trabajar sobre una progresión de actividades que permitan avanzar en el propósito de lograr que los estudiantes sean cada vez más autónomos en la construcción de conocimiento (Eder, 2005). Con esta finalidad, se elaboró la cartilla *Mundo aqua*, como parte de la propuesta de aula, para estudiar las condiciones de vida de peces, a través de los acuarios de la IED. Proyecto en el que trabajaron, individualmente y en colectivo, estudiantes

de grado 8.º, 9.º y 11.º. En la cartilla se relatan algunas condiciones evidenciadas en los acuarios, a través de actores mitológicos, de forma creativa y atractiva en la que confluyen el contexto, la pedagogía y las disciplinas científicas. La cartilla contiene cuatro fases. En la figura 3 se presentan algunos registros de las actividades de los estudiantes.

- Bienvenida al mundo acuático: La primera fase tenía como finalidad reconocer los acuarios como objeto de estudio y realizar descripciones amplias de los mismos. Las explicaciones construidas por los estudiantes fueron agrupadas en tres criterios que se exponen y ejemplifican con testimonios en la figura 4.



Figura 3. Registros de las actividades de los estudiantes

Fuente: fotografías tomadas para la investigación.

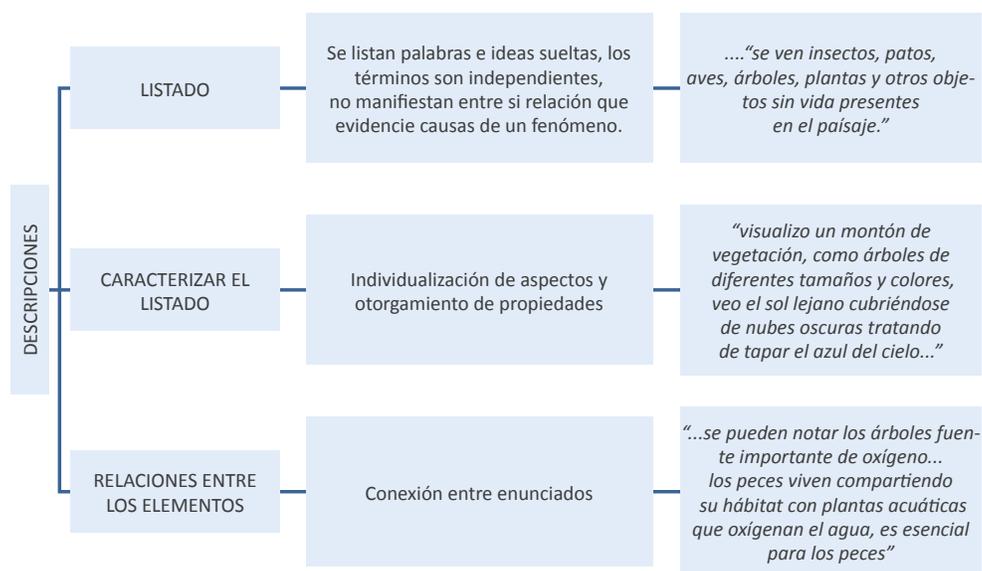


Figura 4. Criterios de sistematización fase 1

Fuente: elaboración propia.

- Condiciones del mundo acuático: la segunda fase presentó lecturas sobre las condiciones fisicoquímicas del agua. A partir de estas, los estudiantes establecían cotejos, confrontaciones entre postulados o representaciones iconográficas, recurriendo a experiencias recreadas en la imaginación para elaborar predicciones. Se hace evidente la construcción de explicaciones que se enriquece continuamente a partir de situaciones que conllevan a otras. La realización de actividades prácticas permitió a los estudiantes evidenciar conexiones entre las experiencias imaginarias, las condiciones de vida en los acuarios y los fundamentos teórico disciplinares. Se realizaron socializaciones para validar, modificar, reconstruir, descartar o ampliar posibles explicaciones y, sobre todo, trabajar colectivamente en todas las actividades. En este avance se evidenciaron progresos en la construcción de explicaciones, mostrados en resumen en la figura 5.
- Explicando las condiciones del mundo acuático: La tercera fase tuvo como finalidad la consolidación de las explicaciones, a partir de la construcción colectiva, por medio de una puesta en común expresada de manera escrita en una

actividad denominada “El legado”, la cual fue enriquecida principalmente por la interacción con los otros.

- Conociendo las dinámicas de otros mundos: a través de las elaboraciones realizadas por el trabajo colectivo, se proponen algunos aspectos desde los cuales, la clase de ciencias participa en la constitución de los estudiantes como sujetos sociales. La escuela es uno de los primeros escenarios políticos para el sujeto, en donde se advierten manifestaciones de representatividad, liderazgo e interacción-participación (Parra y Pinzón, 2014). De tal forma, se debe fomentar por medio de la comunicación en todo contexto y espacio académico, procesos de interacción, expresión, comprensión y aportes ante hechos sociales.

Nuestra construcción

Es prioridad involucrar en el engranaje de enseñanza-aprendizaje de las ciencias la responsabilidad que tiene el maestro para facilitar espacios y situaciones articuladas en el marco de la indagación permanente, producto de la experiencia adquirida en la interacción con su realidad y con

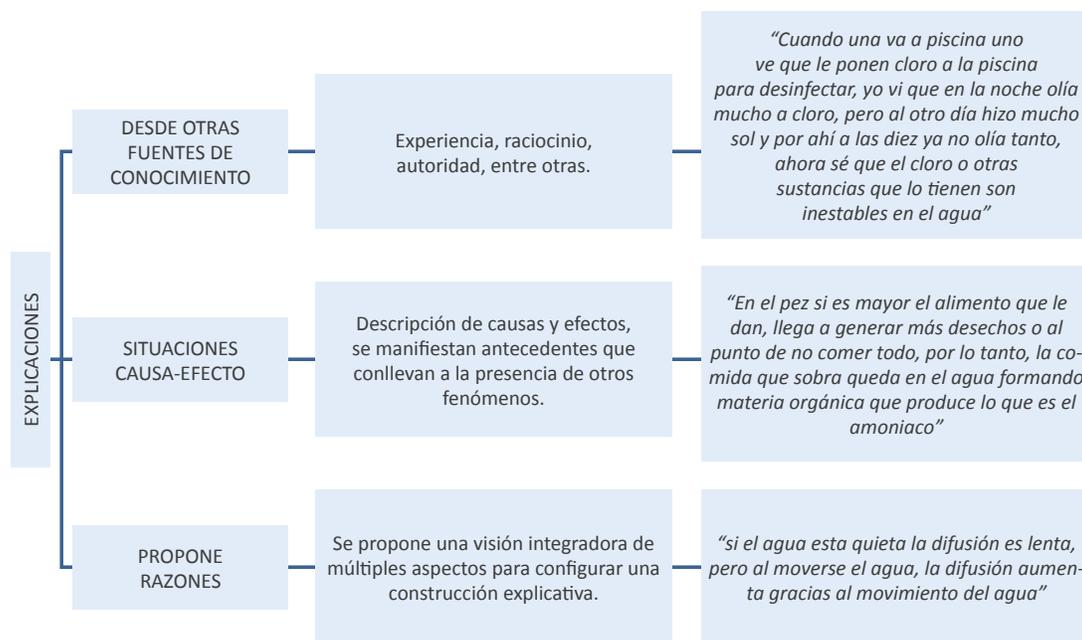


Figura 5. Criterios de sistematización fase 2

Fuente: elaboración propia.

su contexto, ofreciendo herramientas conceptuales y planteamiento de interrogantes con sus posibles respuestas explicativas. En esta atmósfera “en las clases de ciencias los estudiantes deben tener oportunidades para desarrollar las habilidades

para proporcionar más explicaciones” (Concari, 2001, p. 91). Por ello y gracias a esta experiencia, se determinan las siguientes condiciones fundamentales para el proceso de construcción de explicaciones detalladas en la figura 6.



Figura 6. Condiciones para construir explicaciones

Fuente: elaboración propia.

Para concluir

Producto de esta experiencia se producen transformaciones en nuestra labor, al propiciar una reconfiguración en pro de ofrecer ambientes creativos para la construcción de explicaciones y conocimiento, donde es indispensable que el estudiante detalle, analice y se cuestione sobre los elementos con los que interactúa y que las situaciones que experimenta tengan un significado contextualizado, estableciendo diferentes relaciones, cuya base es el trabajo colectivo, logrando que la ciencia sea interpretada como una actividad cultural, que involucra la significación de teorías, leyes, datos.

De esta manera, el análisis de variables del contexto institucional propició la formulación de la propuesta de aula, con su respectiva implementación y sistematización que además de ofrecer elementos que invitan a reflexionar sobre el quehacer del docente, también ofrecen la posibilidad de realizar una retroalimentación de la labor y facilitan el lugar perfecto para construir explicaciones, transformando la intención de la clase de ciencias.

Se involucraron diversos referentes que reconfiguraron la atmósfera de clase, propiciaron la interpretación y el análisis crítico que desencadena una reflexión permanente, en búsqueda de la consolidación de ambientes de

construcción de conocimiento, de forma que a los estudiantes les parezca atractivo y fomente la interacción con el entorno y la construcción de explicaciones.

Para finalizar, reconocemos la importancia del proceso de sistematización en la labor docente, porque conlleva a analizar, reformular y reflexionar sobre el quehacer diario y posibilita compartir estrategias y diversas alternativas, con pares académicos, para la formación integral de los estudiantes.

Referencias

- Candela, M. (1997). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV).
- Candela, M. (1999). Prácticas discursivas en el aula y calidad educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4(8), 273-298.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicaciones para la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia y Educación*, 7(1), 85-94.
- Eder, M. (2005). La explicación en la enseñanza y en las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.).
- Leinhardt, G. (1988). *Expertise in instructional lessons: An example from fractions*. D. A. Grouws, T. J. Cooney
- Maturana, H. (1990). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Ediciones JC Sáez.
- Mejía, J. (2009). *La sistematización como proceso investigativo o la búsqueda de la episteme de las prácticas*. Expedición Pedagógica Nacional. Programa Ondas de Colciencias.
- Parra, Y. y Pinzón, V. (2014). *Aportes para la constitución de los estudiantes como sujetos sociales desde la clase de ciencias* [Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/306?show=full>
- Parra, Y., Pinzón, V. y Villalba, E. (2013). *Construcción de explicaciones a través del estudio de condiciones de vida de peces de acuario* [Proyecto de grado de especialización]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Pozo, J. y Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata.
- Villalba, E. (2015). *La experiencia en la construcción de conocimiento: una opción para pensar las ciencias naturales con estudiantes de grado octavo* [Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/316>

Testimonios egresados MDCN

Oscar Cardona

La experiencia vivida en el programa de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, me permitió reconocer la enseñanza de las ciencias como una actividad de construcción de explicaciones a eventos del entorno natural, que es enriquecida por ejercicios de documentación teórica tanto disciplinar como pedagógica e histórica que hacen posible aproximarse a la comprensión de cómo se configuran los objetos de estudio para la ciencia y las implicaciones que están a la base de cada uno de ellos.

Cindy Flórez- Xiomí Garzón

En nuestro quehacer hemos fortalecido el carácter investigativo que como docentes de ciencias debemos tener, el cual retoma elementos de orden pedagógico, epistemológico y disciplinar, los cuales son componentes esenciales en la enseñanza de las ciencias, al orientar los procesos de profundización y reflexión. Esto permite generar estrategias enriquecedoras para mis estudiantes, las cuales tienen como fin la construcción de conocimiento en la escuela; de este modo, se visibiliza la importancia de la formación de docentes con la capacidad de transformar sus prácticas de acuerdo a las necesidades sus contextos.

Laura Solarte- María Fernanda Ortiz

Los programas de posgrado permiten reconocer la importancia de la autoevaluación constante del ejercicio docente al reflexionar sobre nuestras propias prácticas, también, la resignificación del experimento en la enseñanza de las ciencias y la incorporación de herramientas digitales en nuestras clases. El trabajo en aspectos pedagógicos y experimentales desarrollados como parte de los trabajos de grado nos brindaron múltiples herramientas para transformar nuestras prácticas.

Rodrigo Bautista

La formación de los programas de posgrado del DFI, me permitieron cuestionarme acerca de la historicidad de las teorías y la influencia del contexto en estas; de igual forma, ajustar mi planeación y desarrollo de mis clases a partir de la lectura que hago de lo que sucede en el aula al comprenderla como un sistema de relaciones y asumir el conocimiento desde una mirada no fragmentada. Todo esto me permite configurarme como un docente crítico frente a las diferentes exigencias institucionales.

Nicolás Jaramillo- Wilson Salazar

Los aportes de la MDCN, en el campo de lo pedagógico, epistemológicos y disciplinar, permitieron identificar fenómenos de estudio y su pertinencia en el aula de clases; asimismo, formularnos interrogantes en torno a los planteamientos que orientan nuestras prácticas, profundizar en ellos y articularlos en procesos de planeación e implementación de experiencias

Camilo Aldana

La maestría en Docencia de las Ciencias Naturales me permitió transformar mi labor, avanzar y reconocer la importancia de la actualización permanente en mi rol de docente e involucrar elementos histórico-epistemológicos experimentales dentro de las prácticas que frecuentemente desarrollo en las clases de ciencias.

Aura Ximena García

Mi experiencia pedagógica me ha permitido soñar con ser una mejor maestra y el programa de MDCN ha enriquecido esa meta al reflexionar acerca del sentido de la ciencia, el conocimiento, la escuela y la enseñanza de las ciencias; de este modo, concebir la ciencia como un proceso cultural en el que mis estudiantes se involucran aporta en la construcción de nuevos sentidos y significados que permiten a los niños empoderarse de sus procesos de formación desde las posibilidades que brinda el contexto para enriquecer las explicaciones.

Sobre los autores



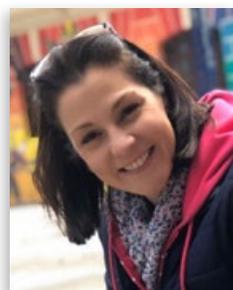
Aura Ximena Garcia Viviescas. Egresada de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (2021) de la Universidad Pedagógica Nacional, se graduó con tesis meritoria titulada “Los microorganismos y la transformación de las sustancias como problemas de conocimiento”. Licenciada en Biología (2011) de la misma universidad, en la que obtuvo “matrícula de honor” por mejor promedio (2008-I). Cursó el máster universitario en Intervención Social en las Sociedades del Conocimiento (2016) en la Universidad Internacional de la Rioja. Realizó el Curso Teórico-Práctico de Hepáticas (2009) en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja. Es coautora del libro *Las matas de mi región* (2011), editado por el Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá. Tiene más de 10 años de experiencia en la enseñanza de las ciencias naturales, en educación básica primaria, básica secundaria y media vocacional, así como en educación no formal para adultos. Entre sus temas de interés se cuentan: los microorganismos, taxonomía y sistemática vegetal, genética y biotecnología, enseñanza de las ciencias naturales y epistemología de las ciencias naturales.



Jhon Edison Pabón Gómez. Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales (2021) y licenciado en Biología (2018) de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Fue monitor de investigación en el Proyecto La Ecología en la Educación Colombiana (LEE) del Centro de Investigaciones de la UPN (2018). Participó en el IV Coloquio de Posgrados en Docencia de las Ciencias: La sistematización de experiencias de aula en la enseñanza de las ciencias naturales, también en la mesa de trabajo La profundización teórica y la práctica docente (19 de septiembre, 2020, Bogotá, UPN). Fue Integrante del semillero de investigación Eco Cascada del Departamento de Biología de la UPN (2016-2021), con el que participó en el IV Encuentro de Semilleros en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnologías donde tejió una red de semilleros como lugar de encuentro permanente para la formación investigativa, Facultad de Ciencia y Tecnología, UPN (2018). Entre los temas de su interés están la enseñanza de la ecología, la biología evolutiva, la enseñanza de las ciencias naturales, la historia de las ciencias naturales, la filosofía de las ciencias y la epistemología de las ciencias.



Oscar Jesús Cardona Lara. Magister en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional (2020), realizó el trabajo de grado titulado *Consideraciones en torno a la elaboración de modelos sobre la posición y movimiento del Sol y la Luna en la enseñanza de la Astronomía*. Es licenciado en Diseño Tecnológico de la misma universidad (2017), se tituló con el trabajo de grado *Reconstrucción experimental del proceso de fabricación cerámico de un horno y un crisol utilizados en la orfebrería muisca*. Le interesa la enseñanza de la astronomía, la elaboración de modelos en ciencias naturales y tecnología, la historia y desarrollo de artefactos y procesos técnicos tecnológicos. Tiene experiencia en docencia de ciencias del espacio (astronomía y astronáutica) realizada en los Centros de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá, Idartes.



Rachel Natalie Catanese Canizzo. Magister en Docencia de las Ciencias Naturales (2020), Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, con el trabajo de grado titulado *Construcción y formalización de fenómeno del movimiento de los cuerpos: propuesta didáctica para su enseñanza en los cursos introductorios de física*. Es licenciada en Educación, con mención en Matemáticas y Física (2007) de la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. Participó en el *Congreso Nacional de enseñanza de la física y astronomía* (Florencia, Caquetá), realizado del 28 al 30 de octubre de 2020, con la ponencia *Construcción de explicaciones de fenómenos de la electrólisis a través de la actividad experimental*. Se ha desempeñado como docente en el área de matemáticas y física en varias instituciones educativas de Caracas y Bogotá. Su interés es plantear alternativas de enseñanza que contribuyan a resolver las problemáticas de las comunidades educativas para la formación de ciudadanos para la sociedad actual.



Yenny Esperanza Parra Cortés. Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales (2014), especialista en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico (2014) y licenciada en Química (2005) de la UPN. Tiene formación complementaria en gestión curricular: diplomado en Innovación Educativa de la Universidad de la Sabana (2017), diplomado en Innovación en Didácticas Específicas y Gestión Curricular, CINDE-UPN (2019). Asimismo, formación complementaria en paz, memoria y reconciliación: diplomado de Pedagogía de Paz y Convivencia por la UPN (2004), diplomado en Escuela como territorio de paz de la Universidad de San Buenaventura (2020), diplomado en Memoria, paz y reconciliación del IDPAC (2021). Cuenta con experiencia profesional como docente de básica y media en el área de ciencias naturales y educación ambiental en el sector público y privado. Se desempeña como directiva docente coordinadora SED. Entre sus publicaciones están: "Nichos agroecológicos. El nicho como laboratorio de aprendizaje" en *Revista Educación y Ciudad* (2020). "Educación para la paz desde una perspectiva socioambiental", en G. Méndez y E. López, *Gestión curricular e innovación en didácticas específicas* (Bogotá: CINDE). Tiene la beca diplomado en Biotecnología, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC (2016).



Veronica Isabel Pinzon Triana. Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales de la UPN (2014), especialista en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico UPN (2014) y licenciada en Química de la UPN (2007). Tiene formación en gestión curricular e innovación en didácticas específicas: diplomado en Innovación Educativa por la Universidad de la Sabana (2017), diplomado en Innovación en Didácticas Específicas y Gestión Curricular del CINDE-UPN (2019). También, experiencia profesional como docente de aula básica y media en el área de ciencias naturales y educación ambiental y como directivo docente coordinador. Actualmente, es docente de aula SED. Entre sus publicaciones está: Parra, Y., Pinzón, V y Villalba, E. (2020). "Educación para la paz desde una perspectiva socioambiental", en G. Méndez y E. López, *Gestión curricular e innovación en didácticas específicas* (pp. 39-53). Bogotá: CINDE. Entre sus reconocimientos: matrícula de honor especialización UPN (mejor promedio académico 2013).



Edwin Oswaldo Villalba Vargas. Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales (2015), especialista en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico (2014) de la UPN y licenciado en Biología de la Universidad Distrital (2001). Tiene formación en gestión curricular: diplomado en Innovación en Didácticas Específicas y Gestión Curricular del CINDE-UPN (2019). Asimismo, formación complementaria en paz, memoria y reconciliación: diplomado en Escuela como territorio de paz de la Universidad de San Buenaventura (2020); diplomado en Memoria, paz y reconciliación del IDPAC (2021). Experiencia profesional como docente de básica y media en el área de ciencias naturales y educación ambiental en el sector público y privado. Actualmente, es directivo docente coordinador SED. Entre sus publicaciones: "Nichos agroecológicos. El nicho como laboratorio de aprendizaje", *Revista Educación y Ciudad* (2020). "Educación para la paz desde una perspectiva socioambiental". En G. Méndez y E. López, *Gestión curricular e innovación en didácticas específicas* (Bogotá: CINDE). Fue nominado para el reconocimiento de los DDC por localidad en el VII Encuentro de Directivos docentes 2020.

ACERCA DE LA SERIE PRE·IMPRESOS

La serie *Pre·Impresos Estudiantes* es un proyecto de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FCT) de la Universidad Pedagógica Nacional que divulga a través de la comunicación escrita la producción intelectual de los autores, destacando sus experiencias y reflexiones respecto de los temas inherentes a sus campos disciplinares específicos y su enseñanza. Por tanto, configura un espacio de visibilidad y reconocimiento público del trabajo de los maestros en formación y en ejercicio adscritos a la FCT.

La escritura en el ámbito de las ciencias y la tecnología

La comunicación es un aspecto fundamental de los procesos de cognición que construye relaciones de fuerza e identificación entre las personas y define el lugar de cada individuo en un grupo. Así, toda relación social se funda en el intercambio de ideas, pues cuando hablamos y escribimos también damos forma al mundo. Por tanto, la conformación de comunidades académicas tiene un carácter social y comunicativo, proceso en el que la palabra escrita contribuye a la socialización de las ideas; dado que, la comunicación de la ciencia se realiza en lengua natural.

¿Qué es un preimpreso?

Los Pre-impresos son una publicación previa que se utilizan en comunidades académicas para difundir el trabajo de sus miembros y contribuir a la formación de futuros investigadores.

Origen

Este proyecto editorial también constituye un espacio académico de formación y cualificación docente, que se inspiró en un trabajo similar que realiza el grupo *Física y Cultura* del Departamento Física de la FCT, con trabajos de profesores, desde principios de la década de 1990, con el fin de promover la circulación de las ideas de los profesores adscritos a este grupo de investigación.

Objetivos

Pre·Impresos Estudiantes promueve el fortalecimiento de la actividad académica en dos dimensiones; como **proceso de formación escritural** de los futuros maestros de ciencias, matemática y tecnología, y como **iniciativa editorial** que se traduce en una publicación seriada que divulga la producción intelectual de los estudiantes de la FCT.

El carácter del proceso realizado y el acompañamiento escritural que se brinda desde el proyecto hacen de esta experiencia una actividad académica de formación docente, con proyección en la práctica pedagógica e investigativa que contribuye a:

- Apoyar los fines misionales de la Universidad de investigar, producir y difundir conocimiento profesional docente, educativo, pedagógico y didáctico, además de propiciar una interacción con la sociedad para aportar a la construcción de nación.
- Propiciar una mayor consciencia lingüística, al poner de relieve la relación entre ciencia y lenguaje en el proceso de construcción textual, que requiere el desarrollo de la capacidad discursiva y habilidades comunicativas.
- Fortalecer la comunidad académica de la Facultad, al visibilizar las líneas de trabajo de los grupos de investigación de las diferentes unidades académicas.

Características

Pre·Impresos Estudiantes es un proyecto institucional de carácter extra curricular en el que pueden participar los estudiantes y egresados de los diferentes programas de la Facultad que quieran vincularse, ya sea, de manera individual o en grupo. El proceso de acompañamiento que se brinda exige compromiso y disciplina de los participantes, para la cualificación de su proceso escritural. Los temas a trabajar pueden cobijar una amplia gama de aspectos relacionados con las disciplinas —las ciencias, la matemática, la tecnología— y su enseñanza, así como, con la educación en general, ya sean reflexiones de carácter epistemológico o pedagógico, entre otras posibilidades.

Se puede participar con un amplio tipo de formatos de escritura, como por ejemplo: artículos, ponencias, módulos didácticos, cartillas, ensayos, crónicas, experiencias de aula, diarios, informes de investigación, por solo mencionar algunos. El proceso de elaboración, edición y publicación final de cada documento se ajusta al tiempo requerido por los autores para culminar esta labor. La publicación se hace en forma de cuadernillos en formato digital e impreso. La convocatoria es permanente.

<http://revistas.pedagogica.edu.co>