

Bio-grafía

Escritos sobre la Biología y su Enseñanza

Bogotá-Colombia

N.º 33

Vol. 17 No. 33
julio-diciembre de 2024
ISSN 2027-1034 / 2619-3531

Revista del Departamento de Biología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Fotografía: Sergio Andrés Hernández Rodríguez



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

Bio-grafía

Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza

Revista del Departamento de Biología
Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá, Colombia

Vol. 17 No. 33 (julio-diciembre 2024)

ISSN 2619-3531

Rector

Helbert Augusto Choachí González

Vicerrector Académico

Víctor Espinosa Galán

Vicerrectora Administrativa y Financiera

Yaneth Romero Coca

Vicerrectora de Gestión Universitaria

Paola Acosta Sierra

Decano de la Facultad de Ciencia y Tecnología

Hugo Daniel Marín Sanabria

Directora del Departamento de Biología

Diana Pacheco Calderón

Preparación Editorial

Universidad Pedagógica Nacional
Grupo Interno de Trabajo Editorial

Coordinadora

Alba Lucía Bernal Cerquera

Editoras de Revistas

Mariel Loaiza
Isabella Rendón

Corrección de estilo

Laura Duperret

Traducciones

Íngrid González

Diagramación

Paula Andrea Cubillos Gómez

Editor

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Equipo de Gestión Editorial del No. 33

Carolina Vargas Niño
Magíster en Educación
Profesora, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Irma Catherine Bernal Castro
Doctora en Filosofía de las Ciencias
Profesora, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Édgar Orlay Valbuena Ussa
Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales -
Profesor Investigador, Universidad Pedagógica Nacional
(Colombia)

Edwar Fabián Panqueba Moreno
Magíster en Ciencias-Matemática Aplicada
Profesor, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Laura Fernanda Rubiano Gil
Estudiante Monitora
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Christian David Aponte Fontecha
Estudiante Monitor
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Héctor Alexander Afanador Castañeda
Doctor en Educación
Profesor, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Comité editorial y científico

Alma Adrianna Gómez Galindo

Doctora en Didáctica de las Ciencias, investigadora
Unidad Monterrey – Cinvestav (México).

Ana Lía De Longhi de Pedrotti

Doctora en Ciencias de la Educación, profesora
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).

Sandra Escovedo Selles

Doctora en Ciencias de la Educación, profesora
Universidad Federal Fluminense (Brasil)

Martha Marandino

Doctora en Educación, profesora Universidad de São
Paulo (Brasil).

Luis Eduardo Ravanal Moreno

Doctor en Educación, profesor Universidad Santo Tomás
(Chile).

Fanny Angulo Delgado

Doctora en Didáctica de las Ciencias, profesora
Universidad de Antioquia (Colombia).

Óscar Eugenio Tamayo Alzate

Doctor en Didáctica de las Ciencias, profesor Universidad
de Caldas (Colombia).

Julio Alejandro Castro Moreno

Doctor en Filosofía de las Ciencias, profesor Universidad
Pedagógica Nacional (Colombia).

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales,
profesor Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

Mario Roberto Quintanilla Gatica

Doctor en Didáctica de las Ciencias, profesor Pontificia
Universidad Católica de Chile.

Leonardo González Galli

Doctor en Ciencias Biológicas, profesor Universidad de
Buenos Aires (Argentina).

Alfonso Claret Zambrano Chaguendo

Doctor en Educación, profesor Universidad del Valle
(Colombia).

Adela Molina Andrade

Doctora de Educación, profesora Universidad Distrital
Francisco José de Caldas (Colombia).

Guillermo Fonseca Amaya

Doctor en Educación, profesor Universidad Distrital
Francisco José de Caldas (Colombia).

Norma Constanza Castaño Cuellar

Doctora en Educación, profesora Universidad Pedagógica
Nacional (Colombia).

Ana Rivero García

Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora Titular
Universidad de Sevilla (España).

Comité de árbitros del No. 33

Gilbert Enrique Salas López

Magíster en Educación Ambiental
Profesor Universidad El Bosque, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA (Colombia)

Leidy Gabriela Ariza

Doctora en Educación Ambiental
Profesora Universidad de Córdoba (Colombia)

Suzete Rosana Castro Wiziack

Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado e Doutorado Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Brasil)

Carolina Andrade da Silva

Doctora en Educación, Ciencias y salud
Universidade Estadual de Campinas (Brasil)

María del Socorro Aguilar Cucurachi

Doctora en Investigación Educativa
Profesora Universidad Veracruzana (México)

Marilda Shuvertz

Doctora en Ciencias Ambientales
Profesora Universidad Federal de Goias (Brasil)

Victor Manuel Furci

Doctor en educación en ciencias experimentales
Profesor Universidad Pedagógica de Argentina (Argentina)

Rosalba Martínez David

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales

María Fernanda Moreno Baquero

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales
Profesora Secretaría de Educación del Distrito Capital de Bogotá (Colombia)

Francisco Alberto Medellín Cadena

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales
Profesor Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

Bruno Venancio de Oliveira

Candidato a doctor en educación
Universidade Federal Fluminense (Brasil)

Daniele Cristina de Souza

Doctora en Educación para la ciencia
Universidad Federal del Triângulo Mineiro (Brasil)

Nathasha Mayerhofer de Brito Silva

Doctora en Didáctica de las Ciencias
Universidad Autónoma de Barcelona (España)

Brenda Zamora Cuellar

Candidata a doctora en Educación
Universidad Pedagógica Nacional unidad Ajusco (México)

José Alí Moncada Rangel

Doctor en Desarrollo Sostenible
Profesor Universidad Técnica del Norte (Ecuador)

Angela Gineth Ramírez Pachón

Magíster en Educación
Profesora Colegio Agustiniiano Tagaste (Colombia)

Luz Adriana Lozano Espinosa

Magíster en Estudios Contemporáneos en Enseñanza de la Biología
Profesora Secretaría de Educación del Distrito Capital de Bogotá (Colombia)

Mary Lorena Moyano Acevedo

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales
Profesora Secretaria de Educación de Cundinamarca (Colombia)

Patricio Ignacio Oyarzún Roasenda

Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales
Profesor Universidad San Sebastián (Chile)

Jenny Johanna Duarte Díaz

Doctora en Educación
Profesora Secretaría de Educación del Distrito Capital de Bogotá (Colombia)

Cristian Felipe Bermúdez Velázquez

Magíster en Evaluación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación
Investigador independiente (Colombia)

Geilsa Costa Santos Baptista

Doctora en Educación, Historia y Filosofía de la Ciencia
Profesora Universidade Estadual de Feira de Santana (Brasil)

Martha Liliana Puentes Pardo

Magíster en Estudios Contemporáneos en Enseñanza de la Biología
Profesora Secretaría de Educación del Distrito Capital de Bogotá (Colombia)

Silvana M. Ferragutti

Candidata a doctora en Educación en Ciencias Básicas y Tecnología
Investigadora Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba (Argentina)

Natalia Sánchez Medina

Magíster en Gestión y Evaluación Ambiental
Profesora Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá (Colombia)

Sonia Amézquita Romero

Magíster en Educación.
Investigadora Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (Colombia)

Bio-grafía

CONTENIDO



Bio-investigaciones

CONTRIBUIÇÕES DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA PARA A ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL 20-35

Lilian Giacomini Cruz Zucchini, Luciana Maria Lunardi Campos

UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA COMPRENDER CÓMO NOS AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO, CÓMO SE PRODUCE Y CÓMO PODEMOS APORTAR A LA MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS 36-69

Juan David Galeano-Marín

MODELOS MENTALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ACERCA DE EVOLUCIÓN 70-88

Ingry Johana Díaz-Castro

DESARROLLO DE HABILIDADES DE LA INTELIGENCIA INTERPERSONAL EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE PRIMARIA MEDIANTE LA ENSEÑANZA DE LAS INTERACCIONES BIOLÓGICAS 89-113

Laura Ivette Bobadilla-Cruz, Paula Angélica Pérez-Montaña, Emmanuel Andrés Guerrero-Aguilera, Jesús Manuel Fuentes-Jiménez

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN DOCENTES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE COLEGIOS PÚBLICOS DE BOGOTÁ, COLOMBIA 114-128

Yeinson Fernando Cerquera, Miquel Ángel Essomba

IDENTIFICACIÓN DE HABILIDADES DE LECTURA E INTERPRETACIÓN DE ÁRBOLES FILOGENÉTICOS CON DOCENTES DE BIOLOGÍA EN FORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS 129-143

Laura Catalina Niño-Sarmiento, David Alejandro Guerrero-Pérez, Heidy Tatiana Gómez-Cuadrado, Leyla Andrea Garcia-Reinel

EL LIBRO DE TEXTO COMO RECURSO EN LA ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD: RELACIONES CON EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR 144-159

Rosa Viviana Torres-Martínez

Bio-experiencias

REFLEXIONES A PARTIR DE UN ENCUENTRO SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO CON NIÑOS Y ADOLESCENTES EN LA CAPITAL ECUATORIANA 160-168

Isabel Estévez



FACTORES ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA
COMPETENCIA CIENTÍFICA DE INDAGACIÓN QUE
EMERGEN DESDE LA EXPERIENCIA DE UN SEMILLERO
DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR SOBRE PLANTAS
MEDICINALES EN CÓRDOBA-COLOMBIA

Emilio José Arrieta-García

169-181

ABORDAJES BIOCÉNTRICOS Y COSMOCÉNTRICOS
DESDE LA ALTERIDAD Y LOS DERECHOS DE LA
NATURALEZA

Germán Alberto Chaves-Mejía

182-190

REVISIÓN CONCEPTUAL DEL CRECIMIENTO
SECUNDARIO DE TALLOS PARA SU ENSEÑANZA A
NIVEL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
EN URUGUAY Y UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
DIDÁCTICA

Diego Suárez

191-200

REVISTA BIO-GRAFÍA

ESCRITOS SOBRE LA BIOLOGÍA Y SU ENSEÑANZA

ISSN 2619-3531

Incluida en Qualis, ERA, DOAJ, Dialnet, Clase, Latindex y Actualidad Iberoamericana

MISIÓN

Bio-Grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza, es una revista colombiana cuyo propósito se centra en socializar las producciones de docentes en formación inicial y profesores investigadores, sobre las innovaciones, experiencias, reflexiones, propuestas e investigaciones referentes a la Enseñanza de la Biología.

OBJETIVOS

- Contribuir al fortalecimiento de la comunidad académica del campo de la Enseñanza de la Biología, especialmente en el ámbito colombiano y latinoamericano, mediante la socialización de innovaciones, experiencias, reflexiones, propuestas e investigaciones.
- Constituir una estrategia de integración entre los diferentes actores implicados en las acciones, reflexiones y teorizaciones sobre la Biología y su Enseñanza.
- Contribuir a la divulgación de eventos relacionados con la Enseñanza de la Biología y de las Ciencias Naturales.
- Aportar a la formación inicial y permanente de profesores de Biología.

TEMÁTICA

En este medio se publican resultados de investigaciones, revisiones teóricas, innovaciones, reflexiones y experiencias sobre Biología y Educación en Biología. Para el caso de las investigaciones biológicas, cabe aclarar que es necesario incluir las implicaciones educativas de las mismas.

Así mismo, en la Revista se publican resúmenes de trabajos de grado y tesis (niveles de pregrado y postgrado).

PERIODICIDAD: Semestral

ACCESO A LA REVISTA EN INTERNET

Ingresando por cualquiera de las siguientes opciones:

- Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza.
- <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/index>.
- Mediante la siguiente ruta: Página Universidad Pedagógica Nacional, Universidad, Fondo editorial, Revistas indexadas, Revista Bio-grafía. Escritos sobre Biología y su Enseñanza.

REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS TEXTOS

Los textos se deben presentar: en letra Arial, tamaño 11, a espacio sencillo, a una columna, y con la extensión que se especifica en las diferentes secciones. Las figuras y tablas deben ir dentro del escrito.

Las citas bibliográficas dentro del texto, así como las referencias en la bibliografía, han de seguir las normas APA (ver apartado Presentación de la Bibliografía). Todas las citas bibliográficas deben corresponderse con las referencias bibliográficas presentadas al final del texto en orden alfabético de apellidos, en el apartado correspondiente a Bibliografía.

A DÓNDE REMITIR LOS ESCRITOS

Los escritos se reciben vía online utilizando la plataforma de la revista (<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/about/submissions#onlineSubmissions>). En caso de no contar con un usuario, es necesario registrarse (ver ruta en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/announcement/view/112>).

SECCIONES EN LAS QUE SE PUEDE POSTULAR EL ESCRITO¹

A continuación, se describen brevemente las características de las secciones de la revista.

- **Bio-investigaciones:** Presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones.
- **Bio-revisiones:** Presenta resultados de sistematizaciones obtenidas a partir de la revisión bibliográfica de un tema con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de su desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión de por lo menos 50 referencias bibliográficas.
- **Bio-ensayos:** Corresponde a disertaciones teóricas, sobre aspectos relacionados con la Educación en Biología.
- **Bio-crónicas:** Se refiere a la narración de una experiencia educativa relacionada con la educación en Biología, por ejemplo: salidas pedagógicas, experiencias de aula, proyectos escolares, historias de vida, entre otras. El texto debe ser preciso y claro para orientar al lector, así mismo debe tener coherencia con los contenidos desarrollados en el cuerpo del trabajo.
- **Bio-reflexiones:** Presenta reflexiones sobre la práctica pedagógica en la enseñanza de la Biología, apoyadas sólidamente en referentes teóricos.
- **Bio-experiencias:** Corresponde a descripciones de la práctica pedagógica. Se pretende que estos escritos presenten elementos prácticos que constituyan apoyo para la enseñanza de la Biología (por ejemplo: guías, protocolos, instrumentos, talleres, etc.). Las experiencias han de estar soportadas en fundamentación teórica y en procesos de validación.
- **Bio-RAEs:** Corresponde resúmenes analíticos educativos de trabajos de grado de programas de Pregrado y Especialización, así como de tesis de Maestría y Doctorado.
- **Bio-galerías:** Corresponde a una secuencia de fotografías que ilustran determinados aspectos sobre la Biología y su enseñanza.

¹ Cabe aclarar que todos los escritos que se publican en la revista hacen referencia a la Enseñanza en Biología, lo cual no obsta a la publicación de resultados de investigaciones biológicas, siempre y cuando se expliciten las implicaciones educativas de las mismas.

ESTRUCTURA DE LOS ESCRITOS

1. Para Bio-investigación

Extensión: entre 15 y 20 páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Resumen: Este no debe exceder las 250 palabras, donde se dé cuenta de: objetivos principales, metodología, y las conclusiones más importantes.

Abstract: Corresponde a la traducción del resumen.

Palabras clave: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo del artículo, con un máximo de cinco palabras.

Key Word: Corresponde a la traducción de las palabras clave.

Introducción: Debe contener la naturaleza y visión general del problema hacer evidentes la pertinencia y originalidad del estudio. De igual manera, es conveniente mencionar los Objetivos y principales aportes de la investigación.

Materiales y métodos: Ha de explicitar de forma breve el lugar donde se realizó la investigación, el enfoque metodológico, los materiales, instrumentos empleados para la obtención de los datos y los métodos utilizados para el análisis de los mismos.

Resultados y discusión: Los resultados deben presentarse de forma clara y concisa, utilizando si es necesario figuras y tablas. Es importante destacar las implicaciones educativas.

Conclusiones: Deben ser claras y concisas y originarse a partir de los resultados obtenidos, incluyendo las implicaciones educativas.

Bibliografía.

2. Para Bio-revisión

Extensión: entre 15 y 20 páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Resumen: Este no debe exceder las 250 palabras, donde se dé cuenta de: objetivos principales, metodología, y las conclusiones más importantes.

Abstract: Corresponde a la traducción del resumen.

Palabras clave: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo del artículo, con un máximo de cinco palabras.

Key Word: Corresponde a la traducción de las palabras clave.

Introducción: Debe contener la naturaleza y visión general del problema hacer evidentes la pertinencia y originalidad del estudio. De igual manera, es conveniente mencionar los objetivos y principales aportes de la investigación.

Materiales y métodos: Ha de explicitar de forma breve el lugar donde se realizó la investigación, el enfoque metodológico, los materiales, instrumentos empleados para la obtención de los datos y los métodos utilizados para el análisis de los mismos.

Resultados y discusión: Los resultados deben presentarse de forma clara y concisa, utilizando si es necesario figuras y tablas. Es importante destacar las implicaciones educativas.

Conclusiones: Deben ser claras y concisas y originarse a partir de los resultados obtenidos, incluyendo las implicaciones educativas.

Bibliografía: Debe contener mínimo 50 referencias bibliográficas.

3. Para Bio-ensayos.

Extensión: entre 5 y 10 páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Resumen: Este no debe exceder las 250 palabras.

Abstract: Corresponde a la traducción del resumen.

Palabras clave: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo del ensayo, con un máximo de cinco palabras.

Key Word: Corresponde a la traducción de las palabras clave. Son elementos constituyentes de un ensayo: introducción, tesis, desarrollo y conclusiones.

Introducción: Corresponde a los aspectos contemplados en el resumen.

Desarrollo o contenido central: Presenta los distintos argumentos que sustentan la idea central del escrito, estos pueden ser soportados en: hechos históricos, experiencias, principios filosóficos y planteamientos de otros autores que trabajan sobre la tesis central.

Conclusiones: Han de derivar de la discusión desarrollada a lo largo del texto. *Cabe aclarar que no es requisito presentar los elementos mencionados en forma de apartados.

El autor tiene autonomía para la presentación de este escrito.

4. Para Bio-crónicas.

Extensión: entre 5 y 10 páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Cuerpo del escrito: El estilo así como la estructura del escrito dependerá del criterio del autor.

*Dentro del material visual (Fotografías, ilustraciones, etc) debe incluirse el nombre del autor.

5. Para Bio-reflexiones

Extensión: entre 5 y 10 páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Resumen: Este no debe exceder las 250 palabras.

Abstract: Corresponde a la traducción del resumen.

Palabras clave: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo del ensayo, con un máximo de cinco palabras.

Key Word: Corresponde a la traducción de las palabras clave.

Introducción: Describe y desarrolla la problematización y el objeto de la reflexión

Desarrollo: Presenta la argumentación en la que se basa la reflexión.

Conclusiones: Deben ser claras y concisas y originarse a partir de los resultados obtenidos, incluyendo las implicaciones educativas.

Bibliografía.

6. Para Bio-experiencias

Extensión: Entre 10 y 20 páginas, más anexos.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Resumen: Este no debe exceder las 250 palabras.

Abstract: Corresponde a la traducción del resumen.

Palabras clave: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo de la experiencia, con un máximo de cinco palabras.

Key Word: Corresponde a la traducción de las palabras clave.

Introducción: Describe y desarrolla la problematización y el objeto de la experiencia

Desarrollo: Presenta la argumentación en la que se basa la experiencia.

Conclusiones: Deben ser claras y concisas y originarse a partir de los resultados obtenidos, incluyendo las implicaciones educativas.

Bibliografía.

Anexos: Corresponde a los materiales que contienen los procedimientos que le permitan al interesado implementar la experiencia.

7. Para Bio-RAEs

Extensión: No debe superar las tres páginas.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Depósito: Ha de colocarse el lugar donde se puede encontrar el informe en extenso.

Institución: Se debe explicitar el nombre de la Institución Educativa en la cual se dirigió el trabajo.

Palabras claves/ Key Word: Estas deben corresponder a conceptos necesarios para entender el cuerpo del artículo, con un máximo de cinco palabras, tanto en inglés como en español.

Descripción: Debe contener la naturaleza y visión general del problema, hacer evidentes la pertinencia y originalidad del estudio. De igual manera es conveniente mencionar los objetivos y principales aportes de la investigación.

Contenido: Debe presentar de forma resumida los principales elementos de los capítulos del trabajo.

Fuentes: Se debe presentar el número total de fuentes; así como explicar en forma de cita bibliografía las fuentes más relevantes de la investigación

Materiales y métodos: Ha de explicitar de forma breve el lugar donde se realizó la investigación, la población objeto de estudio, el enfoque metodológico, los materiales, instrumentos empleados para la obtención de los datos y los métodos utilizados para el análisis de los mismos.

Principales Resultados: Los resultados deben presentarse de forma clara y concisa.

Conclusiones: Deben ser claras y originarse a partir de los resultados obtenidos, incluyendo las implicaciones educativas.

Aportes Educativos de la Investigación: Ha de explicitar de forma clara los alcances que tiene la investigación y su posible impacto en el área de estudio.

8. Para Bio-galerías.

Título: Deberá llevar el menor número de palabras, que dé cuenta adecuadamente del contenido del escrito tanto en inglés como en español.

Autor (es): Debe incluir nombres y apellidos completos empleando el orden establecido para citación. En pie de página presentar información correspondiente a correo electrónico y afiliación institucional.

Ha de incluir una introducción que permita ubicar al lector sobre la intención del material fotográfico el cual debe ser de alta resolución en formato JPEG. Las fotografías deben estar acompañadas con las respectivas leyendas o comentarios las cuales deben presentarse en la parte inferior. Así mismo, se requiere que se mencione el autor de cada fotografía.

PRESENTACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

Para efectos de la presentación de la Bibliografía, a continuación se transcriben las normas referenciadas en la Revista Colombiana de Educación. Debe ser confeccionada en estricto orden alfabético, según el apellido de los autores. Si hay más de un texto de un mismo autor, se pone en orden cronológico, desde el más antiguo al más nuevo. Si aparece una obra de un autor y otra del mismo autor pero con otras personas, primero se pone el del autor solo y luego el otro.

Ejemplo:

Primero Jones, G. (1987) y luego Jones, G. & Coustin, L. (1985). En el texto impreso (artículo, libro o informe) el título de la obra principal va escrito en letra cursiva, y la referencia completa tiene sangría al margen izquierdo del texto (en la quinta letra desde el margen), desde la segunda línea de la referencia, con el propósito que el apellido del autor quede destacado. Además, el texto queda impreso o escrito con justificación completa.

Ejemplo:

Alexander, P. C., Moore, S. & Alexander, E. R. (1991). What is transmitted in the intergeneration transmission of violence? *Journal of Marriage and the Family*, 53, 657-668.

Libro completo

Se pone el apellido del autor, una coma, un espacio, la inicial o iniciales del nombre seguidas de un punto (espacio entre puntos), espacio, año entre paréntesis, punto, espacio, título del libro (en letra cursiva y sólo con mayúscula la primera letra; excepciones: la primera letra después de dos puntos de un título en inglés, nombres de instrumentos, congresos o seminarios y nombres propios), punto, espacio, ciudad (en caso de usa: ciudad, estado abreviado; ejemplo: Boston, MA), dos puntos, espacio, editorial y punto. En caso de dos autores se separan por &. En caso de más de dos autores, se separan los nombres con coma y entre el penúltimo y último se pone &. Deben ser nombrados todos los autores, cuando son menos de 7 autores.

Ejemplo:

Jiménez, G. F. (1990). Introducción al Psicodiagnóstico de Rorschach y láminas proyectivas. Salamanca: Amarú Ediciones.

Cuando los autores son 7 o más, se escriben los primeros 6 y luego se escribe et al.

Ejemplo:

Alvarado, R., Lavanderos, R., Neves, H., Wood, P., Guerrero, A., Vera, A. et al. (1993). Un modelo de intervención psicosocial con madres adolescentes. En R. M. Olave & L. Zambrano (Comp.), psicología comunitaria y salud mental en Chile (pp. 213-221). Santiago: Editorial Universidad Diego Portales.

La APA exige que los títulos de obras (no la revista de publicación de esa obra) que no estén en el idioma de la revista a la cual se envía el artículo sean traducidos, entre corchetes, al idioma de la revista. Del ejemplo anterior: Davydov, V. V. (1972). De introductie van het begrip groetheid in de eerste klas van de basisschool [La introducción del concepto de cantidad en el primer grado de la escuela básica]. Groningen, Holanda: Wolters-Noordhoff.

Libro completo con edición diferente de la primera

Se pone la edición entre paréntesis después del título, dejando sólo un espacio y en letra normal. Se abrevia ed.

Ejemplo:

Nichols, M. & Schwatz, R. (1991). Family therapy: Concepts and methods (2ª ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Libro completo con reimpresión

Se pone el año cuando el autor escribió el libro/el año de reimpresión. Se pone la reimpresión entre paréntesis después del título, dejando sólo un espacio y en letra normal. No se abrevia.

Ejemplo:

Rorschach, H. (1921/1970). Psicodiagnóstico (7ª Reimpresión). Buenos Aires: Paidós.

Capítulo de libro

El título del capítulo va en letra normal y en primer lugar. Después del punto se pone En, espacio, inicial del nombre de los autores, editores, compiladores, espacio, apellido, coma, entre paréntesis si son editores o compiladores (se abrevia Ed. si es un editor, Eds. si es más de uno, Comp. si es o son compiladores, Trad. si son traductores), espacio, coma, espacio, título del libro (en letra cursiva), espacio, páginas del libro en las que aparece el capítulo entre paréntesis (se abrevia pp. para páginas y p. para una página, separadas por guion cuando es más de una página). Si la editorial es igual a los Eds., Compiladores, o autor se pone al final: ciudad: Autor (es), Compiladores, Editor(es).

Ejemplo:

Garrison, C., Schoenbach, V. & Kaplan, B. (1985). Depressive symptoms in early adolescence. En A. Dean (Ed.), Depression in multidisciplinary perspective (pp. 60-82). New York, NY: runner/Mazel.13

Artículo en Revista

El título del artículo va en letra normal y en primer lugar, espacio, nombre de la revista en letra cursiva, coma en letra cursiva, número de la revista en letra cursiva y números arábigos, coma en letra cursiva, páginas separadas por guión en letra normal y punto. La primera letra de las palabras principales (excepto artículos, preposiciones, conjunciones) del título de la revista es mayúscula.

Ejemplo:

Sprey, J. (1988). Current theorizing on the family: An appraisal. *Journal of Marriage and the Family*, 50, 875-890.

Cuando el número de la revista consta de más de un volumen y sólo cuando todos los volúmenes comienzan con la página 1, se pone: número de la revista en letra cursiva y números arábigos, paréntesis, volumen de la revista en letra normal, paréntesis, coma en letra normal, páginas separadas por guión en letra normal y punto.

Castro, R. (1994). Estrategias en salud reproductiva del adolescente en Chile. *Revista de la Sociedad Chilena de Obstetricia y Ginecología Infantil y de la Adolescencia*, 1(2), 38-45.

Cuando la revista no tiene número, sino que sólo se expresa un mes, una estación el año o es una publicación especial, en vez del número se pone el mes en cursiva, coma en cursiva, páginas en letra normal, o publicación especial.

Ejemplo:

Thompson, L. & Walker, A. (1982). The dyad as the unit of analysis: Conceptual and methodological issues. *Journal of Marriage and the Family*, November, 889-900.

Artículo en prensa o enviado para su publicación

Si un artículo está en prensa, es porque ya ha sido aceptado por la revista para su publicación, que puede ser en fecha muy próxima. En este caso, en vez del año se pone (en prensa), y no se pone ni el volumen ni páginas de la revista, pero sí el título de la misma.

Ejemplo:

Bourgeois, E. (en prensa). Evaluer la transformation de structures de connaissances propositionnelles chez les adultes en formation. *Questions méthodologiques pour la recherche. Psychologie*.

Si el artículo ha sido enviado a una revista, pero aún está en revisión y todavía no ha sido aceptado para ser publicado, se pone al final Manuscrito enviado para publicación y no se pone el nombre de la revista. El año corresponde al del artículo.

Resumen (Abstract) de Artículos

Cuando la referencia es un resumen o abstract de la fuente original, debe ponerse la palabra Resumen o Abstract entre paréntesis cuadrados después del título:

Ejemplo:

Chalon, S., Delion-Vancassel, S., Belzung, C., Guilloteau, D., Leguisquet, A. M., Besnard, J. C. et al. (1998). Dietary fish oil affects monoaminergic neurotransmission and behavior in rats [Abstract]. *The Journal of Nutrition*, 128, 2512-2519.

- Cuando la referencia es un resumen o abstract de una fuente secundaria, debe citarse la fuente secundaria y la fecha de extracción:

Ejemplo:

Slate, J. R. (1998). Sex differences in WISC-III IQs: Time for separate norms? *Journal of Psychology*, 132, 677-679. Abstract extraído el 31 de enero, 2000 de la base de datos de PsycINFO: 1996-1998, 2000, Abstract 1998-11886-010.

Artículo en el periódico o revista de circulación masiva

Se pone el día y mes después del año, separados por una coma, punto, el título del artículo en letra normal, punto, el nombre del periódico o revista en letra cursiva, coma en letra cursiva, espacio, p. y el número de la página. Si son más de una página y son seguidas, se pone pp. A1-A2. Si no son seguidas, se separan por coma.

Ejemplo:

Artaza, J. (1995, Abril 13). Juventud y vocación. *El Mercurio*, p. C1.

Si el artículo no tiene autor, el título reemplaza al autor.

Ejemplo:

El temor en los niños. (2002, Enero 19). *Las Ultimas Noticias*, p. 14. Para efectos del orden alfabético, se considera “temor” y no “El”.

Si las páginas fueran discontinuadas, se separan con una coma.

Ejemplo:

pp. 14, 25. Si se trata de una carta al editor de un periódico, se pone después del título Carta al editor entre paréntesis cuadrados. Argentina desde adentro [Carta al editor]. (2002, Enero 19). *Las Ultimas Noticias*, p. 14.

Informes o Estudios seriados

Se pone la serie y número entre paréntesis después del estudio específico o después de Estudios si es una serie. Cuando el editor es el mismo que el autor, después de los dos puntos que siguen a la ciudad se pone autor o autores, según lo que corresponda.

Ejemplo:

Centro Latinoamericano de Demografía (1991). Recursos humanos en salud: Bolivia y Ecuador (LC/DEM/R. 165, Serie A. N° 259). Santiago: Autor.

Libro o informe de alguna institución

La institución no se abrevia ni se usan siglas. Después del nombre de la institución va un punto. Si es un Ministerio, como todos tienen nombres parecidos, primero se pone el país, coma, espacio, nombre del ministerio.

Ejemplo:

Organización Mundial de la Salud. (1989). Trastornos mentales y del comportamiento. En Organización Mundial de la Salud (Ed.), Décima revisión internacional de la clasificación internacional de enfermedades (Versión española del Borrador para Estudios de Campo N° 4). Madrid: Editor.

Diccionarios o enciclopedias

El nombre del autor o editor (Ed. entre paréntesis cuando es editor). Después del título del diccionario o enciclopedia y después de un espacio se pone entre paréntesis la edición si no es la primera, coma y el volumen consultado. Cuando es un diccionario o enciclopedia con un equipo editorial extenso, se pone sólo al editor principal, seguido por et al.

Ejemplo:

Sadie, S. (Ed.). (1980). The new Grove dictionary of music and musicians (6ª ed., Vol 15). Londres: Macmillan.

Informes técnicos o de investigaciones de universidades o centros de investigación

Después del título del informe se pone el nombre del proyecto entre paréntesis (si existe). Al final la ciudad, coma, espacio, país, dos puntos, espacio, Universidad, coma, espacio, Departamento, Facultad o Escuela, espacio, y punto.

Ejemplo:

Milicic, N., Alcalay, L. & Torretti, A. (1992). Diseño de un programa para favorecer la identidad femenina en alumnas de 7º y 8º año de educación general básica (Proyecto FONDECYT 1992/0799). Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología.

Ponencias o conferencias en simposio, congreso, reuniones, etc

Si la contribución está publicada en un libro con editor se debe señalar la publicación. El título del simposio, congreso o reunión debe ir con mayúsculas.

Ejemplo:

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1991). A motivational approach to self: Integration in personality. En R. Dienstbier (Ed.), Nebraska Symposium on Motivation: Vol. 38. Perspectives on motivation (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.

- Si la contribución no está publicada, se pone el mes en el que tuvo lugar el evento, separado de una coma después del año. Después del título de la ponencia o conferencia se pone Ponencia presentada en, el nombre completo del congreso con las palabras principales en mayúscula, coma, espacio, ciudad, coma, espacio, país, punto. Si fue poster se pone Poster presentado en....
- Si es un trabajo presentado en un Simposio o en una Mesa Redonda, debe señalarse el título del mismo y el nombre del Coordinador.

Ejemplo:

Cumsille, P. & Graham, J. (2001, julio). Modelaje de curvas de crecimiento en la evaluación de programas de prevención de consumo de alcohol y drogas. En P. Cumsille (Coordinador), *Methodological strategies for the study of psychological processes: Applications to the study of alcohol and drug use*. Simposio realizado en XXVIII Congreso Interamericano de Psicología, Santiago, Chile.

Trabajo de grado o tesis de maestría o doctorado

Tesis para optar al título de..., Escuela o Departamento, Universidad, ciudad, país.

Ejemplo:

Alamos, F. (1992). Maltrato infantil en la familia: tratamiento y prevención. Memoria para optar al Título de Psicólogo, Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

- Cuando se trata de una disertación doctoral que está publicada, debe señalarse la universidad y año de la disertación, así como el volumen y páginas de la obra donde está publicada.

Ejemplo:

Ross, D. F. (1990). Unconscious transference and mistaken identity: When a witness misidentifies a familiar but innocent person from a lineup (Disertación doctoral, Cornell University, 1990). *Dissertation Abstracts International*, 51, 417.

- Cuando la disertación doctoral no está publicada, debe señalarse que no está publicada, la universidad, ciudad y país y año de la disertación.

Ejemplo:

Wilfley, D. E. (1989). Interpersonal analyses of bulimia: Normal weight and obese. Disertación doctoral no publicada, University of Missouri, Columbia, Estados Unidos.

- Si la tesis de magister no está publicada, debe señalarse:

Ejemplo:

Cumsille, P. (1992). Family adaptability, family cohesion, social support, and adolescent depression: Analysis of a sample of families attending an outpatient clinic. Tesis de Magíster no publicada, University of Maryland, College Park, Maryland, Washington, DC, Estados Unidos.

Manuscrito no publicado

Después del título se pone Manuscrito no publicado.

Ejemplo:

Bringiotti, M. I. & Barbich, A. (1992). Adaptación y validación del Child Abuse Potential Inventory–CAP. Versión preliminar para la Argentina. Manuscrito no publicado.

- Si los autores pertenecen a alguna institución o universidad, se señala ésta, la ciudad y el país.

Medios audiovisuales

Estos pueden ser películas, programas de TV, video o cualquier otro medio audiovisual. En general, se debe señalar al productor o director, o ambos, poner en paréntesis cuadrados el tipo de medio y la ciudad de origen (en el caso de las películas, se pone el país de origen)

Ejemplo:

Scorsese, M. (Productor) & Lonergan, K. (Escritor/Director). (2000). You can count on me [Película]. Estados Unidos: Paramount Pictures.

Medios electrónicos en Internet

Si es un artículo que es un duplicado de una versión impresa en una revista, se utiliza el mismo formato para artículo de revista, poniendo entre paréntesis cuadrados [Versión electrónica] después del título del artículo:

Ejemplo:

Maller, S. J. (2001). Differential item functioning in the WISC-III: Item parameters for boys and girls in the national standardization sample [Versión electrónica]. Educational and Psychological Measurement, 61, 793-817.

Si el artículo en línea pareciera ser algo distinto de la versión impresa en una revista, después de las páginas de la revista, se pone la fecha de la extracción y la dirección:

Ejemplo:

Hudson, J. L. & Rapee, M. R. (2001). Parent-child interactions and anxiety disorders: An observational study. Behaviour Research and Therapy, 39, 1411-1427. Extraído el 23 Enero, 2002, de <http://www.sibuc.puc.cl/sibuc/index.html>

Si el artículo aparece sólo en una revista de Internet:

Ejemplo:

Biglan, A. & Smolkowski, K. (2002, Enero 15). The role of the community psychologist in the 21st century. Prevention & Treatment, 5, Artículo2. Extraído el 31 Enero, 2002 de <http://journals.apa.org/prevention/volume5/pre0050002a.html>

Cuando se trata de un capítulo o sección de un documento de Internet de un sitio Web de una universidad: se debe identificar la organización y luego la dirección exacta donde se encuentra el documento. En vez de páginas del capítulo leído, se anota el número del capítulo.

Ejemplo:

Jencks, C. & Phillips, M. (1999). Aptitude or achievement: Why do test scores predict educational attainments and earnings? En S. E. Mayer & P. E. Peterson (Eds.) Earning and learning: How schools matter (cap. 2). Extraído el 31 Enero, 2002 del sitio Web de Columbia University: <http://www.columbia.edu/cu/lweb/indiv/ets/offsite.html#finding> y luego <http://brookings.nap.edu/books/0815755295/html/15.html#pagetop>

CITACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA EN EL TEXTO

A continuación se presentan algunos ejemplos para citar con normas APA dentro del texto:

- ... Bustillo (1998) si el nombre del autor es parte de la oración.
- ... Tróchez y Rodríguez (1989) si los nombres de los dos autores son parte de la oración.
- ... López et al. (1989) si son 3 o más autores y sus nombres hacen parte de la oración.
- ... (Gutiérrez 1999) si la cita va al final de la frase.
- ... (Bustillo y Rodríguez 1999) si la cita va al final de la frase.
- ... (Ramírez et al. 1999) si se cita una publicación con 3 o más autores al final de la frase.
- ... (Bueno 1998, 1999) para dos artículos del mismo autor.
- ... (Portilla 1998 a, 1998 b) para dos artículos del mismo autor en el mismo año
- ... (Gutiérrez 1987; Rodríguez 1998; Ramírez 1999) citación múltiple, separados por punto y coma y en orden ascendente de año.
- ... (Parra, en prensa). En la literatura citada es necesario señalar el nombre de la Revista donde va a publicarse el artículo.
- ... (P. Reyes, com. pers.). Es necesario que el autor obtenga permiso para esta citación.
Puede señalarse bien sea como pie de página o en el listado de Literatura citada, indicando la fecha de la comunicación.



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena Ussa

CONTRIBUIÇÕES DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA PARA A ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Contributions of Historical-Critical Pedagogy to the Analysis of Environmental Education in the 'Sciences' Subject in the Curriculum of Mato Grosso do Sul, Brazil

Contribuciones de la pedagogía histórico-crítica para el análisis de la Educación Ambiental en la asignatura 'Ciencias' en el Currículo de Mato Grosso do Sul, Brasil

Lilian Giacomini Cruz Zucchini* 
Luciana Maria Lunardi Campos** 

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2023
Fecha de aprobación: 09 de mayo de 2024

Cómo citar:

Cruz Zucchini, L. G. e Lunardi Campos, L. M. (2024). Contribuições da Pedagogia Histórico-Crítica para a análise da Educação Ambiental no Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Bio-grafia*, 17(33), 20-35. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19122>

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar a relação entre a educação ambiental (EA) e os conteúdos propostos no componente curricular 'Ciências' do Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul / BR (CRMS), tendo como referencial teórico e metodológico a Pedagogia Histórico-Crítica e o Materialismo Histórico e Dialético. Para tanto, desenvolvemos um estudo exploratório cuja busca de informações foi realizada no documento em estudo. As análises foram realizadas por meio da categoria simples, a relação conteúdo-forma, com base na qual foi possível deslocar-se da empiria à concretude real do objeto ou fenômeno estudado. Como principal resultado, indicamos uma dissociação da relação conteúdo-forma, o que pode fazer com que estudantes e professores tenham um

* Doutora em Educação para a Ciência. Professora Adjunta da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Campo Grande/MS. lilian.giacomini@uems.br

** Doutora em Educação. Professora Assistente da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação – Campus de Botucatu/SP. luciana.lunardi-campos@unesp.br

entendimento inadequado da crise socioambiental enquanto síntese de múltiplas determinações originadas no modo capitalista de produção, dando espaço para uma compreensão reduzida e enviesada que tem como fundamento o ideário da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).

Palavras-chave: educação ambiental; ensino de ciências; currículo; pedagogia histórico-crítica

Abstract

This study aimed to analyze the relationship between Environmental Education and the contents proposed in the 'Science' curricular component of the Reference Curriculum of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, using Historical-Critical Pedagogy and Historical and Dialectical Materialism as a theoretical and methodological framework. To this end, we conducted an exploratory study whose search for information was carried out in the document under study. The analyses were carried out using the simple category, the content-form relationship, based on which it was possible to move from empirics to the real concreteness of the object or phenomenon studied. As a main result, a dissociation of the content-form relationship was indicated, which can lead students and teachers to have an inadequate understanding of the socio-environmental crisis as a synthesis of multiple determinations originating in the capitalist mode of production, giving space to a reduced and biased understanding that is based on the ideology of Education for Sustainable Development (ESD).

Keywords: environmental education; science teaching; curriculum; historical-critical pedagogy

Resumen

El estudio tiene como objetivo analizar la relación entre la Educación Ambiental y contenidos propuestos en el componente curricular 'Ciencias' del Currículo de Referencia de Mato Grosso do Sul, Brasil, teniendo como referencial teórico y metodológico la Pedagogía Histórico-Crítica y el Materialismo Histórico y Dialéctico. Para eso, desarrollamos un estudio exploratorio en el cual la búsqueda de información se realizó dentro del documento en estudio. Los análisis se realizaron a través de una categoría simple, la relación contenido-forma, con base en la cual fue posible desplazarse del empirismo a la concreción real del objeto o fenómeno estudiado. Como resultado, indicamos una disociación de la relación contenido-forma, lo que puede llevar a que estudiantes y profesores tengan un entendimiento inadecuado de la crisis socioambiental como síntesis de múltiples determinaciones originadas en el modo de producción capitalista, dando espacio a una comprensión reducida y sesgada basada en la ideología de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

Palabras clave: educación ambiental; enseñanza de ciencias; currículo; pedagogía histórico-crítica



Introdução

A inserção da Educação Ambiental (EA) no ambiente escolar, considerando a história da Educação Ambiental no Brasil, não é um tema recente nas agendas públicas dos governos. Apesar disso, a partir dos muitos estudos da área (Agudo & Teixeira, 2020; Cruz, 2018; Loureiro & Lamosa, 2015; Mendes, 2015; entre outros) podemos afirmar que a EA praticada nas escolas brasileiras ainda apresenta fragilidades em decorrência de vários fatores, como “as políticas educacionais e as políticas curriculares, que não têm corroborado a construção de um currículo para a escola e pela escola; a influência de atores externos à escola em sua rotina; as condições de trabalho nem sempre adequadas; e a formação limitada de grande parte dos professores” (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023, p. 25). Além disso, podemos também afirmar que não se tem identificado nas escolas a implementação concreta de ações com o propósito de incentivá-la e promovê-la, conforme o previsto na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) de 1999. Assim, nossa preocupação está na relação entre a escola e a EA, mais especificamente com a forma, o modo ou o propósito que ela vem sendo trabalhada nesse ambiente, ou ainda, como vem sendo proposta a sua inserção no contexto escolar pelas atuais políticas educacionais (Cruz, 2014).

Em 2016, quando o texto do atual documento norteador da Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ainda estava em discussão e tramitação, importantes pesquisadores da EA, como Marcos Sorrentino e Simone Portugal, fizeram sugestões ao texto que estava em consulta pública, buscando contribuir para o resgate da missão da escola “[...] reivindicada por todos aqueles e todas aquelas que, no campo da EA, compreendem que ela, não sendo uma disciplina, exige materialidade no currículo escolar que vá muito além de enunciados potencialmente demagógicos de compromisso com o desenvolvimento sustentável” (Sorrentino & Portugal, 2016, p. 2).

Sorrentino e Portugal (2016) destacaram quatro pontos a serem revistos e complementados na BNCC: 1) a necessidade de flexibilização da BNCC, buscando incentivar o protagonismo local na construção de projetos político-pedagógicos (PPP) e de currículos adequados à realidade de cada escola, em contraposição à homogeneização que interessaria prioritariamente ao mercado de sistemas de ensino e de livros didáticos; 2) a importância das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) serem incorporadas ao texto da Base; 3) nos temas integradores, foi sugerido que termos

como ‘Consumo e Educação Financeira’ e ‘Sustentabilidade’ fossem tratados como um tema único e integrador intitulado ‘Economia, Sustentabilidade e Educação Ambiental’; 4) a transformação do componente curricular ‘Ensino Religioso’ em horários escolares destinados a práticas integradoras; 4.1) reforçar no componente curricular ‘História’ a dimensão da história ambiental, praticamente inexistente na proposta sob análise; 4.2) incluir nos objetivos gerais da área de linguagens do Ensino Fundamental a valorização e o conhecimento da diversidade ambiental, inclusive a da natureza, com todas as suas espécies e sistemas naturais; 4.3) incluir no componente curricular ‘Sociologia’: concepções de natureza, meio ambiente, desenvolvimento sustentável e sociedades sustentáveis.

Apesar dessa contundente manifestação, o que se verificou posteriormente, confirmado por diferentes estudos como os de Frizzo e Carvalho (2018), Oliveira e Neiman (2020) e Silva e Loureiro (2020), foi o não atendimento a essas importantes reivindicações e, principalmente, o silenciamento da EA na BNCC. Concomitante a isso, Cruz-Zucchini (2021) nos traz que, com a reformulação ministerial do governo Bolsonaro, foram extintos os setores institucionais responsáveis pela implantação da PNEA – o Departamento de Educação Ambiental (DEA), no Ministério da Educação (MEC) e a Coordenação Geral de Educação Ambiental (CGEA) no Ministério do Meio Ambiente (MMA) – órgãos esses que deixaram de constar no organograma dos dois ministérios, e cujos quadros técnicos se dispersaram para outros órgãos, esvaziando completamente as equipes (Observatório da Educação Ambiental, 2019).

Ao investigarem o silêncio da EA nas políticas atuais de educação, o que já havia sido identificado no Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 (Lei nº 13.005/2014), Frizzo e Carvalho (2018) identificaram que na versão homologada da BNCC a EA foi citada apenas em seções de comentários, em “Possibilidades para o currículo”, não sendo contemplada como “Objetos de conhecimento”.

Além do silêncio, as autoras indicam que “consciência socioambiental” foi a opção eleita para compor a BNCC, ainda que com raras citações (Frizzo & Carvalho, 2018). A explicação para tal pode estar no fato de o Brasil estar integrado às políticas da Organização das Nações Unidas, comparecendo aos eventos e ratificando os documentos ali produzidos, os quais influenciam nossas políticas públicas atuais, “[...] mais investidas na proposta de sustentabilidade, de desenvolvimento sustentável e de educação para a sustentabilidade do que de educação ambiental” (Frizzo & Carvalho, 2018, p. 124).

Frizzo e Carvalho (2018) concluem seu estudo afirmando que: “Dessa forma, acabamos por apresentar duas questões que têm movimentado as discussões no campo acadêmico e no campo político no Brasil: o silêncio da educação ambiental e a opção pelo foco na sustentabilidade, em especial no que se refere ao desenvolvimento sustentável” (p. 125).

Em estudo semelhante, Silva e Loureiro (2020, p. 12), ao analisarem a BNCC, esclarecem que a Educação Ambiental “aparece uma única vez, na Introdução do documento, na página 19, especificando a relação da BNCC com o currículo e cita a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999)”. Desse modo, não sendo encontrada em outras seções da BNCC, entende-se que a mera citação da lei não fornece elementos que sinalizem como a Educação Ambiental deve ser compreendida, apropriada, articulada e materializada nas interações em sala de aula, ou seja, o fato de ser citada no documento não garante sua materialização nos currículos (Silva & Loureiro, 2020).

Oliveira e Neiman (2020) chegaram a uma conclusão semelhante ao investigarem a presença da EA nas diferentes versões da BNCC: “nota-se que em relação à Educação Ambiental é fato que se pode afirmar que não houve avanços, já que nesta versão final ela é citada apenas uma vez, em meio a outros temas transversais [...]”. E mais:

Faz-se necessário ressaltar que este trecho é o único em todo o documento de 470 páginas em que temos a Educação Ambiental citada, mostrando que para o governo este tema ficou completamente em segundo plano na montagem de uma Base que será utilizada por muitos anos em todo o território Nacional. (Oliveira & Neiman, 2020, p. 47).

Apesar do silenciamento da EA na BNCC, no estado de Mato Grosso do Sul, nosso local de atuação e onde foi desenvolvido o presente estudo, podemos apontar dois importantes documentos: a Política Estadual de Educação Ambiental (PEEA/MS), instituída pela Lei nº 5.287, em 13 de dezembro de 2018 e a Resolução nº 3.322 da Secretaria Estadual de Educação (SED), de 13 de setembro de 2017, que dispõem sobre a oferta da EA nas escolas da rede estadual de ensino do estado. Assim, investigar “se” e “como” a EA se apresenta no Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul - CRMS (SED/MS, 2019) também é investigar se esse documento assume deliberadamente os pressupostos e orientações da BNCC, sobrepunhando a própria legislação estadual, ou se ele avança no sentido de remeter ou resgatar o potencial crítico de origem da EA, como defenderemos mais adiante.

Layrargues (2012) argumenta que a EA se afastou do seu potencial crítico original ao não fazer, ou fazer de modo superficial, uma análise crítica do sistema e ao assumir um projeto societário reformista alinhado ao processo civilizatório liberal e conservador. Segundo o autor, a reflexão e o agir sobre as origens e causas da crise ambiental não seriam questões centrais para essa EA, mas, sim, apenas o combate às suas manifestações aparentes, tornando-se “mais um dos tantos instrumentos ideológicos de reprodução social do atual modelo societário para manter-se essencialmente inalterado” (Layrargues, 2012, p. 389).

Diante do exposto, e tomando como referência a definição de EA crítica dada por Tozoni-Reis (2019) como sendo “aquela que olha, pensa e faz o ambiente considerando-o não somente natural, mas histórico, cultural, social e político, e, portanto, essencialmente contraditório” (p. 3), defendemos que a análise das questões socioambientais ocorra a partir de uma perspectiva político-pedagógica crítica como forma de resistência e de superação do discurso da EA enquanto *Educação para o Desenvolvimento Sustentável* (EDS) fortemente presente na BNCC, conforme indicado nos estudos citados (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023).

Agudo e Teixeira (2020) corroboram essa ideia ao afirmarem a necessidade de se definir o sentido de “crítica” da EA crítica, tendo como referência o Materialismo Histórico e Dialético e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) como fundamento da EA para o enfrentamento e superação dos problemas socioambientais.

Desse modo, ao utilizarmos a PHC como referencial pedagógico para a análise da EA presente no componente curricular ‘Ciências’ no CRMS, procuramos trazer algumas de suas contribuições “para pensar o desenvolvimento de uma educação ambiental crítica que dê centralidade ao processo pedagógico, considerando a crítica epistemológica como forma e conteúdo para sua inserção nuclear no currículo escolar” (Agudo & Teixeira, 2020, p. 290).

De acordo com Saviani (2008), “[...] currículo é o conjunto das atividades nucleares desenvolvidas pela escola” (p. 16). Essas atividades são aquelas essenciais que a escola não pode deixar de desenvolver, de modo a não perder a sua especificidade. Nesse sentido, de acordo com Gama e Duarte (2017), o processo de “seleção do conhecimento” que irá compor o currículo não deve ocorrer de maneira aleatória, mas com base naquilo que é necessário ao ser humano conhecer para enfrentar os problemas que a realidade apresenta. Além disso, a problematização da realidade pelo professor como parte

do método da prática pedagógica é fundamental, pois a seleção do conhecimento que se vincula à definição dos objetivos de ensino implica definir “prioridades”, distinguindo o que é principal do que é secundário, o que é ditado “[...] pelas condições da situação existencial concreta em que vive o homem” (Saviani, 2004, p. 39).

Destarte, um aspecto importante para a EA crítica, que tem a PHC como referencial pedagógico,

[...] diz respeito aos conteúdos sistematizados e elaborados, pois o currículo escolar é um dos elementos centrais para essa pedagogia. Também relevantes são a seleção e a organização desses conteúdos para que se possa analisar os limites e as potencialidades do trabalho com a EA a partir de um determinado currículo. (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023, p. 26).

Em vista disso, na medida em que os currículos escolares foram se adaptando às orientações decorrentes da instituição da BNCC como política educacional brasileira, novos desafios foram apresentados àqueles que atuam na e pela Educação na perspectiva crítica que vimos defendendo até aqui, uma vez que, de acordo com o próprio texto do documento, o núcleo pedagógico conceitual da BNCC é a *Pedagogia das Competências*:

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. (Ministério da Educação, 2018, p. 8).

Segundo Duarte (2001), a Pedagogia das Competências é composta por um conjunto de pedagogias consideradas hegemônicas, também denominadas “Pedagogias do Aprender a Aprender”, que têm sua origem no movimento escolanovista e que atualmente estão expressas em pedagogias como o construtivismo, a pedagogia do professor reflexivo, a pedagogia das competências, a pedagogia dos projetos e a pedagogia multiculturalista. Saviani (2008) esclarece que

[...] a “pedagogia das competências” apresenta-se como outra face da “pedagogia do aprender a aprender”, cujo objetivo é dotar os indivíduos de comportamentos flexíveis que lhes permitam ajustar-se às condições de uma sociedade em que as próprias necessidades de sobrevivência não estão garantidas. Sua satisfação deixou de ser um compromisso coletivo, ficando sob a responsabilidade dos próprios

sujeitos que, segundo a raiz epistemológica dessa palavra, se encontram subjugados à “mão invisível do mercado”. (p. 437).

Com base no exposto, desenvolvemos uma pesquisa com o objetivo geral de analisar a EA, no que diz respeito ao Ensino Fundamental (EF) – Anos Finais, no CRMS, que foi reformulado em 2019 para atender à BNCC. No entanto, o estudo que ora apresentamos, e que parte de um trabalho de pesquisa mais amplo, apresentará e discutirá os dados obtidos a partir da análise da EA no componente curricular de Ciências, mais especificamente verificando como a proposta de trabalho com a EA nele se apresenta, principalmente no que diz respeito à sua relação com os conteúdos curriculares.

Metodologia

Considerando os fundamentos do materialismo histórico e dialético, este estudo teve como ponto de partida um estudo exploratório que analisou dados empíricos acerca da educação ambiental presente no componente curricular ‘Ciências’ do CRMS.

De acordo com Gil (2008), “as pesquisas exploratórias têm como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (p. 27). Geralmente, elas envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso, sendo desenvolvidas com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

No processo de coleta dos dados empíricos no estudo exploratório, foram utilizados diversos documentos, mais especificamente registros institucionais escritos fornecidos por instituições governamentais (Gil, 2008). Entre os documentos analisados estão o CRMS (Ensino Fundamental – Ciências), como fonte primária, e a BNCC, como fonte secundária.

Ambos os documentos foram obtidos em *sites* oficiais. Inicialmente, para a análise do currículo estadual, foi realizada a busca pela palavra-chave *Educação Ambiental*, a fim de identificar a quais elementos, conceitos ou ideias encontrava-se relacionada. Essa palavra-chave foi escolhida por entendermos ser ela “a mais coerente com a legislação, com a maior parte da produção científica e, principalmente, com a nossa fundamentação teórico-metodológica na Educação Ambiental Histórico-Crítica” (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023, p. 32).

Tendo em vista o fato de não encontrarmos a palavra-chave EA entre as “Unidades Temáticas” e os “Objetos de conhecimento” e, considerando a centralidade que as competências e as habilidades passaram a apresentar no CRMS, tendo como fundamentação a BNCC, decidimos: 1) analisar comparativamente os conteúdos propostos no componente curricular ‘Ciências’ para as séries finais do Ensino Fundamental de Mato Grosso do Sul, no currículo vigente (Mato Grosso do Sul, 2019) e no documento anterior, o Referencial Curricular (Mato Grosso do Sul, 2012), a fim de identificarmos um possível esvaziamento de conteúdos; 2) analisar a relação que se estabelece entre as *Habilidades* e as *Ações Didáticas* dispostas nas orientações aos professores do CRMS.

No processo de pesquisa a categorização se destaca como importante procedimento metodológico para análise dos dados. Dessa forma, de acordo com Oliveira (2005),

o caminho correto para se conhecer a realidade vai da delimitação das relações mais simples e determinantes até a totalidade social nas suas múltiplas relações, e dessa às determinações mais simples novamente. Somente desse modo, isto é, através da relação entre singularidade, particularidade e universalidade, é possível compreender a realidade existente como a “unidade do múltiplo”. (Oliveira, 2005, p. 12).

O singular e o universal coexistem no fenômeno, no entanto, enquanto o singular isolado é pura aparência fenomênica, o “puro” universal, por se apresentar isolado e sem suas mediações constitutivas, é carente de concreção e demasiado “abstrato” (Marx, 2011, citado por Lavoura, 2018). Assim, de acordo com Lavoura (2018), é preciso ir à busca das múltiplas determinações para se alcançar a concretude do objeto ou fenômeno e alcançar o sistema de mediações que o determina. O particular é a mediação dessa relação entre o singular e o universal, de modo que o verdadeiro conhecimento do objeto ou fenômeno é o conhecimento das relações entre a parte e o todo.

Tendo em vista o modo como Marx (2011) correlaciona a dialética do singular-universal-particular em seu método de análise, propomos nortear a investigação a partir da categoria simples “a relação conteúdo-forma”, para melhor compreensão do nosso problema de pesquisa.

Assim, compreendemos que a relação conteúdo-forma presente no componente curricular de Ciências do CRMS é uma síntese de vários elementos que podem ou não viabilizar a inserção da EA em sala de aula e que, um documento estruturado e organizado tal como o Currículo de Referência pretende ser justamente uma forma de normatizar esse processo. (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023).

Resultados e discussão

A localização da educação ambiental no componente curricular ‘Ciências’

Em nossa busca no CRMS, a palavra-chave ‘Educação Ambiental’ foi encontrada entre os *temas contemporâneos*, apresentada em um item específico entre as páginas 38 e 40 do documento e, em seguida, entre as páginas 620 e 644, na apresentação das áreas e dos componentes curriculares, que estão organizados em quadros com as *unidades temáticas*, os *objetos de conhecimento*, as *habilidades* e as *ações didáticas* propostos para cada ano do Ensino Fundamental.

O componente curricular ‘Ciências’ apresenta um total de 64 habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos. Entre elas, apenas nove (14%) estão relacionadas com a EA (Tabela 1). Esclarecemos que não encontramos a ‘Educação Ambiental’ no texto das habilidades previstas no CRMS. Deste modo, ao afirmamos que uma habilidade relaciona-se à EA, referimo-nos ao fato dela estar entre as orientações dadas aos professores nas *ações didáticas* para o trabalho com a referida habilidade. Apresentaremos e discutiremos alguns exemplos mais adiante.

Tabela 1. EA no componente curricular Ciências

Unidade Temática	Habilidades
Matéria e energia	(MS.EF07CI03.S.03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.
	(MS.EF07CI05.S.05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.
	(MS.EF08CI04.S.04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.
Vida e evolução	(MS.EF07CI07.S.07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
	(MS.EF09CI13.S.13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.
Terra e universo	(MS.EF07CI12.S.12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
	(MS.EF07CI13.S.13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
	(MS.EF07CI14.S.14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
	(MS.EF08CI16.S.17) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.

Fonte: as autoras – adaptado do Currículo de referência de Mato Grosso do Sul (SED/MS,2019).

De acordo com o CRMS, as ações didáticas propostas são possibilidades que poderão ser ampliadas nas instituições a partir de concepções comuns de educação, criança, ensino, aprendizagem e avaliação, definidas em cada Proposta Pedagógica. Desse modo, nessas escolhas coletivas “o professor terá como imprimir a intencionalidade pedagógica planejando de forma sistemática, porém de maneira contextualizada visando à garantia do direito das crianças de ampliar seus conhecimentos e de frequentar uma instituição educativa de qualidade” (SED/MS, 2019, p. 78). Segundo Campelo Junior, Silva, Pulchério, Ayach e Wiziack (2022, p. 6), nas Ações Didáticas o CRMS apresenta “recomendações que sugerem caminhos para o desenvolvimento das habilidades que compõem as respectivas unidades temáticas, além de trazer sugestões de Temas Contemporâneos e dentre eles o de EA”.

Diante do exposto, podemos inferir que a presença da EA no currículo de Mato Grosso do Sul ocorre por iniciativa da equipe da Secretaria de Estado de Educação

de Mato Grosso do Sul (SED/MS), já que se encontra somente nas *Ações Didáticas* – trecho de redação exclusivo do CRMS. Isso, aparentemente, ocorre em oposição ao que se encontra na BNCC. Adamiski, Campelo Junior, Siqueira e Valverde (2022) indicam que a diferença quantitativa da expressão EA entre esses documentos “revela o apagamento dos princípios socioambientais da BNCC e o exercício da permanência destes no CRMS” (p. 190). Segundo os autores, “[...] os achados no documento estadual demonstram a preocupação em apresentar os marcos legais que garantem a presença da educação ambiental no contexto escolar e da necessidade de sua inserção transversal e interdisciplinar” (p. 190). Apesar disso, entendemos que apenas a citação de marcos legais não fornece elementos que orientem a forma como a EA deverá ser, de fato, inserida na escola, não representando assim, um avanço efetivo em relação ao referido apagamento dos princípios socioambientais na BNCC (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023).

Por conseguinte, podemos inferir ainda que a EA não é entendida como *objeto de conhecimento*, pois não se encontra entre os conteúdos propostos nos componentes curriculares, mas sim como uma sugestão de trabalho enquanto *tema contemporâneo*, podendo ser relacionada a determinados conteúdos. Deste modo, “a EA é reduzida a um tema que pode ser incorporado ao currículo e às propostas pedagógicas de forma transversal, o que possibilitaria também um trabalho interdisciplinar, sem, contudo, compor o seu núcleo, isto é, não sendo atividade nuclear do currículo” (Saviani, 2008, citado por Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023, p. 36).

O esvaziamento dos conteúdos de Ciências e a proposta de trabalho com a EA a partir do desenvolvimento de habilidades

Diante dos variados estudos que indicaram o esvaziamento dos conteúdos trazido pela BNCC (Bittencourt, Silva, Carmo, Costa & Pereira, 2021; Franco & Munford, 2018; Silva, 2021, entre outros), julgamos interessante iniciar a análise do componente curricular ‘Ciências’ – um dos componentes onde a EA mais aparece no CRMS – pelos conteúdos propostos nas diferentes séries nos anos finais do Ensino Fundamental. Assim, para identificarmos se houve um esvaziamento de fato, foi necessário fazer uma comparação do atual currículo com o anterior.

Orientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o currículo anterior, o Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul – RFCMS (SED/MS, 2012), organizava os conteúdos de Ciências para a etapa final do Ensino Fundamental da seguinte forma: Sexto Ano – Terra e Universo; Sétimo Ano – Vida e Ambiente; Oitavo Ano – Ser Humano e Saúde; e Nono Ano – Tecnologia e Sociedade. Nesse modelo é possível perceber maior ênfase nos

conteúdos de Biologia, enquanto os conteúdos de Química e de Física eram abordados somente no Nono Ano.

No CRMS vigente, os conteúdos da área de Ciências da Natureza estão organizados em três unidades temáticas: “Vida e Evolução”, “Terra e Universo” e “Matéria e Energia”, o que atende à BNCC no que diz respeito ao “equilíbrio” de oferta ao longo do EF, vez que os conteúdos das três unidades temáticas são abordados em cada uma das séries (Silva, 2021).

No entanto, analisando mais detidamente a nova distribuição dos conteúdos de Ciências proposta pela bncc, Bittencourt et al. (2021) identificaram que:

Esta reestruturação se mostra necessária para que os objetos de conhecimento sejam adequados à nova configuração das unidades temáticas. No entanto, para atender a essa demanda, os conteúdos que concernem à disciplina de referência Biologia foram realocados, reduzidos ou removidos da proposta curricular, o que trará alguns desafios para o professor ao abordar determinados conteúdos. Por exemplo, alunos que estudaram o 7º ano em 2019 e que entrariam em contato com os conteúdos relacionados ao funcionamento do corpo humano em 2020, com a realocação deste tema para o 6º ano na BNCC, estes estudantes estudarão somente alguns aspectos relacionados à reprodução, sem discutir os sistemas do corpo (nervoso, muscular, esquelético etc.). (p. 3991).

Tal situação pode ser verificada no CRMS, pois ao analisarmos a redistribuição dos conteúdos de Ciências, identificamos uma drástica redução dos conteúdos relacionados à estrutura e funcionamento do corpo humano no oitavo ano e a não realocação desses em nenhum outro ano, conforme podemos verificar na Tabela 2.

Tabela 2. Comparação entre os conteúdos de Ciências propostos no RCMS (2012) e no CRMS (2019) – Oitavo ano

Ciências	
8º ano	
Referencial Curricular de MS (2012)	Currículo de Referência de MS (2019)
Conteúdos	Objetos de conhecimento
Ser humano e Saúde	Unidade Temática: Matéria e Energia
Níveis de organização do corpo humano (da célula ao organismo)	Fontes e tipos de energia
Metabolismo celular: anabolismo e catabolismo	Transformação de energia
Histologia: estudo dos tecidos	Cálculo de consumo de energia elétrica
Nutrição: os alimentos; composição nutricional dos alimentos; hábitos saudáveis (alimentar, físico, social, mental, ambiental); doenças relacionadas à alimentação; os alimentos originários das Américas; sistema digestório; o processo da digestão; fluxo de energia dos alimentos	Circuitos elétricos
Circulação sanguínea: sistema cardiovascular, circulação e as defesas do corpo	Uso consciente de energia elétrica
Respiração	Unidade Temática: Vida e Evolução
Excreção	Mecanismos reprodutivos
Movimento e suporte: ossos, músculos e articulações; práticas de esportes e as deficiências	Sexualidade
Integração e controle corporal: sistema nervoso, os sentidos e sistema endócrino	Unidade Temática: Terra e Universo
Efeitos das drogas no sistema nervoso	Sistema Sol, Terra e Lua
O consumo de álcool e os problemas no trânsito	Clima
Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor masculino e feminino	
Fecundação e gravidez	
Aspectos biológicos e sociais da sexualidade humana	
Noções de genética: os cromossomos, os genes e a hereditariedade; grupos sanguíneos e sistema ABO	
Respeito à diversidade biológica, étnica, cultural e social	

Fonte: as autoras.

No currículo vigente, permanecem no oitavo ano apenas os conteúdos de “Mecanismos reprodutivos” e “Sexualidade”, enquanto “Interação entre os sistemas locomotor e nervoso” está proposto para o sexto ano. É de se ressaltar que não há proposição para se abordar qualquer outro conteúdo relacionado à referida temática em nenhum dos demais anos do Ensino Fundamental.

Observamos também grande redução nos conteúdos relacionados ao meio ambiente e à biodiversidade. Anteriormente, a proposta era que fossem abordados no sétimo ano desde a classificação biológica dos seres vivos, passando pelas características dos principais grupos, até as relações desses diferentes grupos com o ser humano, com outros seres vivos e com o ambiente,

incluindo o estudo das mais variadas doenças e seus ciclos, entre outros conteúdos. Hoje, com a adaptação do CRMS para atender às orientações da BNCC, observamos apenas os seguintes conteúdos relacionados a essas temáticas: “Diversidade de ecossistemas”, “Fenômenos naturais e impactos ambientais” e “Programas e indicadores de saúde pública”, no sétimo ano, e “Preservação da biodiversidade”, no nono ano.

Outro problema identificado por Bittencourt et al. (2021), e que também identificamos na análise comparativa por nós realizada, é a falta de uma linearidade na abordagem dos conteúdos. Vejamos:

As três unidades temáticas – Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo – que são distintas entre si, geram uma certa fragmentação do que será abordado ao longo do ano letivo, por exemplo, um estudante de nono ano está aprendendo sobre “os aspectos quantitativos das transformações químicas” e, posteriormente, irá estudar sobre “hereditariedade” e ao final do ano letivo vai analisar a “composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo” (Ministério da Educação — MEC, 2018, p. 350). Como podemos perceber, a ausência de linearidade na abordagem dos conteúdos trará implicações significativas no planejamento anual dos docentes, tendo que dar conta de lidar com temáticas, algumas vezes, contrastantes (Bittencourt et al., 2021, p. 3991).

Em vista disso e, considerando que a EA não está entre os conteúdos dos anos finais do Ensino Fundamental no estado de Mato Grosso do Sul, passamos a analisar as *habilidades* a serem desenvolvidas e as orientações direcionadas aos professores nas *ações didáticas* do componente curricular ‘Ciências’, tendo como fundamento a nossa categoria simples de análise: a relação entre conteúdo e forma. Neste texto, recorte de um estudo mais amplo, discutiremos apenas duas habilidades/ações didáticas.

Para tanto, é importante retornarmos aos dois documentos, dando destaque a trechos que denotam a centralidade que as competências e as habilidades passaram a apresentar no CRMS, tendo como fundamentação a BNCC. O artigo 2º da Resolução CNE/CP Nº 2 (2017) – que institui e orienta a implantação da BNCC, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica – estabelece que “as aprendizagens essenciais são definidas como conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e a capacidade de os mobilizar, articular e integrar, expressando-se em competências”. No CRMS verificamos que “a prática do professor, portanto, *deverá estar pautada no desenvol-*

vimento de habilidades, no conhecimento científico e na promoção de atitudes e valores para a convivência no século XXI” (SED/MS, 2019, p. 22, grifo nosso).

Na unidade temática *Matéria e energia*, para o desenvolvimento da habilidade MS.EF07CI05.s.05 – discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas –, o CRMS estabelece que:

Nesta habilidade sugere-se ao professor comparar os diferentes tipos de combustíveis e máquinas, e ainda comparar a ecoeficiência dos combustíveis aos avanços ao longo do tempo, destacando consequências socioambientais causadas pela utilização dessas máquinas. Ressalta-se a importância de incluir a discussão de geração de combustíveis a partir de fontes renováveis. Propõe-se a utilização de recursos multissemióticos para abordar a temática, além de utilizar procedimentos investigativos e construção de modelos a respeito das máquinas térmicas, motores e geradores etc. e seu funcionamento. Esta habilidade proporciona o desenvolvimento de habilidades cognitivas como, por exemplo, analisar, compreender e justificar. Ainda é possível propor atividades que favoreçam o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, como, por exemplo, argumentação, conhecimento científico, crítico e criativo, comunicação e cidadania. *Sugere-se a leitura do Tema Contemporâneo Educação Ambiental*. (SED/MS, 2019, p. 627, grifo nosso).

A habilidade MS.EF07CI07.s.07, que faz parte da unidade temática *Vida e evolução*, indica caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas. A orientação presente nas *ações didáticas* é a seguinte:

Nesta habilidade sugere-se conhecer os diferentes tipos de biomas brasileiros, suas características físicas, culturais, econômicas e ambientais. Destaca-se a necessidade de enfatizar os ecossistemas como, por exemplo, o Cerrado e o Pantanal, característicos da região Centro-Oeste, identificando os impactos provocados pela agricultura e pecuária. Propõe-se, ainda, realizar atividades que desenvolvam habilidades de conhecer, identificar, comparar e caracterizar. Pode-se utilizar diferentes recursos como mapas, cartas geográficas e inventários de fauna e flora. Ressalta-se a importância de discutir os valores ecossistêmicos e

serviços ambientais prestados pela biodiversidade. Pode-se utilizar recursos multissemióticos que retratam esses ecossistemas. Ressalta-se a necessidade de abordar questões relacionadas à *Educação Ambiental*, ações antrópicas, bem como espécies ameaçadas de extinção. Sugere-se a integração com a habilidade (MS.EF07GE011.s.12), da Geografia, associada à caracterização dos principais ecossistemas brasileiros. *Propõe-se a leitura do texto Temas Contemporâneos, Educação Ambiental*. Recomenda-se a realização de atividades que favoreçam o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, como argumentação, conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, comunicação e responsabilidade e cidadania. Sugere-se resgatar os conceitos básicos da classificação tradicional de animais e plantas. (SED/MS, 2019, p. 628, grifo nosso).

Apesar da presença de conteúdos importantes e da clara orientação para se trabalhar com a EA nas duas habilidades em questão, as propostas de ação didática não fornecem questionamentos que orientem de fato o professor a pensar a sua prática, principalmente no que diz respeito à problematização desses conteúdos. Importante destacar a problematização como um dos momentos do método pedagógico histórico-crítico desenvolvido por Dermeval Saviani. No entanto, é preciso esclarecer que para Saviani (2004) problema não é sinônimo de pergunta, de dúvida ou daquilo que se desconhece. Além disso, segundo Galvão, Lavoura e Martins (2019), “ao analisar um fenômeno, observaremos nele uma concretude apenas aparente. É preciso captar sua essência; ultrapassar a cortina de fumaça para conhecer de fato o fenômeno. Aquilo que necessitamos conhecer em essência, isso sim é verdadeiramente problema” (p. 131).

Assim, no caso da habilidade MS.EF07CI05.s.05, para o trabalho com a EA fundamentada na PHC, é preciso alcançar a essência do fenômeno apresentado, e para isso é fundamental relacionar o uso dos combustíveis fósseis com o advento do modo capitalista de produção. Nesse sentido, para direcionar as discussões junto aos estudantes, as seguintes questões elaboradas por Vasconcellos (2016) poderiam ser apresentadas aos professores (não na presunção de que eles desconheçam o conteúdo, mas no sentido de ajudá-los a pensar o direcionamento de suas aulas): “É possível imaginar o capitalismo sem petróleo? Ou antes do petróleo acabar, o capitalismo vai acabar com a humanidade e o planeta Terra?” (p. 450). Entendemos que com esses questionamentos os professores poderão levar os estudantes a uma reflexão simultânea sobre a crise energética e a crise ecológica.

A nosso ver, os conteúdos apresentados pela habilidade MS.EF07CI05.s.05 precisam ser problematizados a partir de uma perspectiva crítica de análise da relação que se estabelece entre a sociedade e a natureza no sistema capitalista. Assim, é preciso evidenciar que o trabalho com EA só será possível e profícuo se girar em torno da seguinte concepção:

Por crise energética entende-se o esgotamento em escala mundial dos combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral); por crise ecológica são designados os cataclismos e catástrofes do planeta Terra. Não se trata de alarme apocalíptico motivado pelo sentimento anticapitalista, mas sim formulações ancoradas em evidências empíricas reveladas pelas ciências da natureza. O traço distintivo do pensamento denominado ecossocialismo consiste em abordar os “desastres naturais” através de um prisma antropogênico, ou seja, a causa da poluição do meio ambiente é social, e não proveniente da natureza. (Vasconcellos, 2016, p. 450).

No que diz respeito à habilidade MS.EF07CI07.s.07, entendemos que seu texto apresenta fenômenos que precisam ser desvelados e discutidos em profundidade, principalmente no que se refere aos impactos provocados pela agricultura e pela pecuária nos biomas Cerrado e Pantanal, presentes no estado de Mato Grosso do Sul. Levando em conta que as informações geradas pelos muitos e variados estudos de impactos ambientais e socioeconômicos nesses biomas visam subsidiar políticas, legislações, programas, planos e ações para a sua preservação, outros questionamentos poderiam constar nas orientações dadas aos professores, como, por exemplo: a despeito disso, por que a degradação ambiental segue em curso? A quais interesses ela atende? A quem ela beneficia? Quais os grupos mais vulneráveis a esses impactos?

Em vista disso indicamos que perguntas problematizadoras como essas poderiam estar presentes nas orientações aos professores de modo a levá-los a refletir sobre o trabalho com a EA a partir daquele determinado conteúdo.

Para a PHC, é o professor quem dirige o processo educativo na escola, sendo ele o responsável “[...] por criar os motivos da aprendizagem, gerar novas necessidades de compreensão acerca do real, para além da imediatividade da vida e da prática cotidiana” (Galvão, Lavoura, & Martins, 2019, p. 131). Nesse sentido, para Saviani (2012):

[...] o ponto de referência é sempre o grau mais avançado de desenvolvimento das forças produtivas materiais e humanas. É nesse quadro que cabe ao professor se perguntar, então, o que é importante para os alunos aprenderem [...] para viver nessa sociedade e participar ativamente dela e na medida em que essa sociedade é detectada como insatisfatória para o atendimento das necessidades humanas, o que é necessário os alunos aprenderem para agir nessa sociedade buscando transformá-la, superá-la na direção de uma forma social mais adequada às necessidades humanas. Esse é o sentido da problematização. (transcrição do vídeo, 1h:32min:30seg a 1h:33min:30seg).

Tendo em vista a importância da autonomia do professor, entendemos que sua atuação, para além do que propõem as *ações didáticas* do currículo, “deve ser pautada na compreensão da estreita vinculação entre o ensino dos conteúdos clássicos e o processo de transformação da concepção de mundo, à qual está necessariamente relacionada à sua formação”. (Giacomini Cruz Zucchini & Lunardi Campos, 2023, p. 39).

Podemos observar que os conteúdos contidos nas habilidades aqui discutidas fornecem os elementos potencialmente problematizadores e necessários para os professores pensarem a sua prática, mas as orientações dadas a eles restringem-se apenas à proposta de leitura do texto “Temas Contemporâneos, Educação Ambiental”. Assim, destaca-se aqui o problema da dissociação da relação entre conteúdo e forma, ou de forma mais ampla, a tríade *conteúdo-forma-destinatário* (Martins, 2013), tão importante para a correta apreensão do método pedagógico histórico-crítico e suas contribuições para a análise da EA no componente curricular ‘Ciências’.

Segundo Saviani (2008), as formas não podem ser descoladas do conteúdo, que deve ser tratado de maneira concreta, pois “se for feita a abstração dos conteúdos, fica-se com a pura forma” (p. 123). A questão pedagógica é a questão das formas, mas é a prioridade do conteúdo o que os diferencia. Esse saber escolar, derivado do saber sistematizado em suas formas mais desenvolvidas, necessita ser tratado pedagogicamente, selecionado, organizado, sequenciado, dosado pelo professor e assimilado pelos alunos em meio à realização das tarefas realizadas.

Além disso, conforme defende Saviani (2008), forma e conteúdo organizam-se em torno do aluno concreto – que sintetiza relações sociais e precisa dominar certos conhecimentos que lhe permitam compreender a

sociedade em que está inserido –, e não em torno do aluno empírico – sujeito aparente, imediato, que expressa certas curiosidades “que não necessariamente correspondem aos seus interesses, enquanto aluno concreto” (p. 123), não devendo o professor guiar-se por ele.

Conclusões

Diante do silenciamento da EA nas reformas e políticas educacionais brasileiras atuais, da necessidade de superação da fragilidade de sua inserção na escola e da necessária contraposição à Pedagogia das Competências, teoria pedagógica que dá respaldo à BNCC, o presente estudo teve como principal objetivo analisar a EA no componente curricular ‘Ciências’ do CRMS, tendo como referencial pedagógico a PHC.

Os dados foram analisados tendo como referência o *materialismo histórico e dialético* e, por meio dele, chegamos a uma categoria simples de análise, a *relação conteúdo-forma*. Com essa categoria, foi possível, por meio das abstrações, deslocar-se da empiria à concretude real do objeto ou fenômeno estudado: a EA no componente curricular ‘Ciências’ do currículo em estudo.

Entre os principais resultados, destacamos o fato de a EA não estar entre as *unidades temáticas e objetos de conhecimento* do componente curricular ‘Ciências’, encontrando-se somente entre orientações dadas aos professores para o desenvolvimento de determinadas habilidades enquanto *tema contemporâneo*. Deste modo, entendemos que EA não é considerada enquanto atividade nuclear do currículo.

Considerando a importância dos conteúdos curriculares para a PHC e para uma EA que nela se fundamenta, identificamos também o esvaziamento dos conteúdos curriculares que a reformulação para atender à BNCC trouxe ao CRMS, já que aquela está centrada no desenvolvimento de competências e habilidades.

Essa depauperação do currículo é de grande gravidade, tendo em vista que a apropriação desses conteúdos é o que viabiliza às camadas populares a superação das condições de opressão em que vivem. Em vista disso, é fundamental discutir a inserção da EA na escola voltada para o “processo de formação plena de indivíduos singulares que ao se apropriarem criticamente dos elementos da cultura, em especial no que diz respeito às relações das sociedades com o ambiente em que vivem, têm condições objetivas de se formarem para uma prática social transformadora”. Assim, entre as principais contribuições da PHC nesta análise está “a necessidade de a EA escolar reaver a importância dos

conteúdos curriculares em seu processo educativo, propondo, inclusive, um caminho metodológico para isso”. (Zucchini, 2021, p. 14).

A dissociação conteúdo-forma identificada em nossas análises nos leva a refletir sobre os espaços que ela pode abrir ou consolidar no processo de inserção da EA nas escolas. Assim, entendemos que essa dissociação favorece a incompreensão da problemática socioambiental, tanto por alunos como por professores, enquanto síntese de múltiplas determinações que têm origem nas relações sociais, no modelo de sociedade e de desenvolvimento hegemônicos, ou seja, no modo capitalista de produção.

Assim, destacamos que a principal consequência da existência de um currículo desprovido de conteúdos científicos, artísticos e filosóficos é que esses elementos culturais são necessários à constituição da humanidade dos educandos e, somente por meio deles será possível a compreensão da realidade socioambiental concreta na qual vivem e a fundamentação teórica de sua prática para a transformação dessa realidade.

Referências

- Adamiski, E. S. A., Campelo Junior, M. V., Siqueira, J. F. R., & Valverde, L. H. O. (2022). A educação ambiental no currículo de referência de mato grosso do sul. *EDU Review*, 10(3), 195-197. <https://doi.org/10.37467/gkarevedu.v10.3147>
- Agudo, M. M., & Teixeira, L. A. (2020). A pedagogia histórico-crítica como caminho possível para uma educação ambiental crítica. *Debates em Educação*, 12(26), 283-301. Recuperado de: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/7295>
- Bittencourt, M., Silva, A. M., Carmo, E. M., Costa, J. G. M., & Pereira, T. N. (2021). A disciplina escolar ciências na BNCC e as implicações para a prática docente. In J. R. Lima, M. C. A. Oliveira, & N. S. Cardoso. (Orgs.). *VIII Enebio, VIII Erebio-NE e II SCEB* (pp. 3987-3995). Realize Editora., Recuperado de: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74528>
- Campelo Junior, M. V., Silva, A. T. T., Pulchério, A. S. S., Ayach, L. R., & Wiziack, S. R. C. (2022). A inserção da educação ambiental no componente curricular de geografia no currículo de referência de mato grosso do sul. *Revista Educação Ambiental em Ação*, 21(86). Recuperado de: <https://www.revis-taea.org/artigo.php?idartigo=4264>
- Cruz, L. G. C. (2014). *Políticas públicas de educação ambiental: um estudo sobre a agenda 21 escolar*. 2014. (Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP). Repositório Institucional UNESP. <https://cutt.ly/NW5a60z>.
- Cruz, L. G. (2018). *Políticas de educação ambiental na escola pública*. (1. Ed.). Appris.
- Giacomini Cruz Zucchini, L., & Lunardi Campos, L. M. (2023). A relação conteúdo-forma da educação ambiental no currículo de referência de mato grosso sul: análise a partir da pedagogia histórico-crítica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(3), 24-48. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n3p24>
- Duarte, N. (2001). As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. *Revista Brasileira de Educação*, 18, 35-40. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782001000300004>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2018). Reflexões sobre a base nacional comum curricular: um olhar da área de ciências da natureza. *Horizontes*, 36 (1), 158-171. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.582>
- Frizzo, T. C. E., & Carvalho, I. C. M. (2018). Políticas públicas atuais no brasil: o silêncio da educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 1, 115-127. <https://doi.org/gv53>.
- Galvão, A. C., Lavoura, T. N., & Martins, L. M. (2019). *Fundamento da didática histórico-crítica*. Autores Associados.
- Gama, C. N., & Duarte, N. (2017). Concepção de currículo em Dermeval Saviani e suas relações com a categoria marxista de liberdade. *Interface*, 21(62), 521-530. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210057>.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6. ed.). Editora Atlas.
- Lavoura, T. N. (2018). A dialética do singular-universal-particular e o método da pedagogia histórico-crítica. *Nuances: Estudos sobre Educação*, 29(2), 4-18.
- Layrargues, P. P. (2012). Para onde vai a educação ambiental? O cenário político-ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. *Revista Contemporânea de Educação*, 7(14), 388-411. Recuperado de: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1677>

- Lei nº 5.287, de 13 de dezembro de 2018. Institui a política estadual de educação ambiental, e dá outras providências. *Diário Oficial de Mato Grosso do Sul*, nº 9.801, de 14 de dezembro de 2018, pp. 1-2. Disponível em: <https://cutt.ly/VW5XPk1>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, seção 1, p. 1, 26 de junho de 2014, Brasília, DF. Disponível em: <https://cutt.ly/jW5pNxo>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- Loureiro, C. F. B. (2015). Educação Ambiental e educação para o desenvolvimento sustentável: polêmicas, aproximações e distanciamento. In C. F. B. Loureiro, & R. A. C. Lamosa (Orgs.). *Educação ambiental no contexto escolar: um balanço da década da educação para o desenvolvimento sustentável* (p. 35-67). CNPq.
- Loureiro, C. F. B., & Lamosa, R. A. C. (2015). *Educação Ambiental no Contexto Escolar: um balanço da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável*. CNPq.
- Martins, L. M. (2013). *O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da Psicologia Histórico-Cultural e da Pedagogia Histórico-Crítica*. Autores Associados.
- Marx, K. (2011). *Grundrisse: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política*. Boitempo Editorial.
- Masson, G. (2012). As contribuições do método materialista histórico e dialético para a pesquisa sobre políticas educacionais. *Periódico Eletrônico. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*, (9), 1-13. Recuperado de <https://docplayer.com.br/26066917-As-contribuicoes-do-metodo-materialista-historico-e-dialetico-para-a-pesquisa-sobre-politicas-educacionais.html>
- Mendes, C. B. (2015). *Influências de instituições externas à escola pública: privatização do ensino a partir da educação ambiental?* (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP). Repositório Institucional UNESP. <https://cutt.ly/eW5CWsE>
- Ministério da Educação — MEC (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperado de http://base-nacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- Oliveira, B. (2005). A dialética do singular-particular-universal. In A. A. Abrantes, N. R. Silva, & S. T. F. Martins (Orgs.). *Método histórico-social na psicologia* (p. 25-51). Vozes.
- Observatório da Educação Ambiental – Observare. (2019). *100 dias sem educação ambiental*. Disponível em <https://cutt.ly/W5rkpo>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- Oliveira, L., & Neiman, Z. (2020). Educação Ambiental no âmbito escolar: análise do processo de elaboração e aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Revista Brasileira De Educação Ambiental*, 15(3), 36-52. <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10474>
- Resolução nº 3.322, de 13 de setembro de 2017. Dispõe sobre a oferta da educação ambiental nas escolas da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul. *Diário Oficial de Mato Grosso do Sul*, nº 9.494, de 15 de setembro de 2017, p. 6. Disponível em: <https://cutt.ly/JW5XL3z>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da base nacional comum curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da educação básica. *Diário Oficial da União*, seção 1, p. 41, de 22 de dezembro de 2017. Brasília, DF. Recuperado em: <https://cutt.ly/WW5aukM>
- Saviani, D. (2004). *Educação: do senso comum à consciência filosófica*. (14a. ed.). Autores Associados.
- Saviani, D. (2008). *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. (10a. ed.). Autores Associados.
- Saviani, D. (2012). *Conferência de encerramento – Congresso “Infância e Pedagogia Histórico-Crítica”, Universidade Federal do Espírito Santo*. [Gravação em vídeo]. Recuperado de: <https://youtu.be/lmxul-n2740?si=EBw2norx8X0EHGnS>. Acesso em 14 mar. 2024.
- Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul— SED/MS. (2012). *Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul – Ensino Fundamental*. Recuperado de: <https://pt.slideshare.net/TatyBorges1/referencial-curricular-ensino-fundamental-mato-grosso-do-sul>
- Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul— SED/MS. (2019). *Currículo de referência de Mato Grosso do Sul: educação infantil e ensino*

fundamental. Recuperado de: http://basenacional-comum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos_estados/ms_curriculo.pdf

- Silva, C. A. G. (2021). A BNCC está aí... E agora professor, o que muda em suas aulas? In J. R. Lima, M. C. A. Oliveira, & N. S. Cardoso. (Orgs.). *E-book VIII Enebio, VIII Enebio-NE E II SCEB*. (pp. 761-771). Realize Editora. https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/TRABALHO_EV139_MD1_SA17_ID1158_15032020155850.pdf
- Silva, S. N., & Loureiro, C. F. B. (2020). As vozes de professores-pesquisadores do campo da educação ambiental sobre a base nacional comum curricular (BNCC): educação infantil ao ensino fundamental. *Ciência & Educação*, 26, 1-15. <https://doi.org/gv59>.
- Sorrentino, M., & Portugal, S. (2016). Educação Ambiental e a Base Nacional Comum Curricular. *Parecer elaborado a pedido da coordenação-geral de educação ambiental do ministério da educação*.
- Tozoni-Reis, M. F. C. (2007). *Metodologia de Pesquisa Científica*. IESDE Brasil S.A.
- Tozoni-Reis, M. F. C. (2019). Sobre educar e transgredir. *Ciência & Educação*, 25(1), 3-4. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190010001>
- Vasconcellos, G. F. (2016). O colapso energético e ecológico do capitalismo. *Revista Brasileira de Estudos Latino-Americanos*, 6(3), 448-458. Recuperado de <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/rebela/article/view/2593> Acesso em: 20 mar. 2024
- Zucchini, L. G. C. (2021). Educação Ambiental na escola pública: análise a partir da Pedagogia Histórico-Crítica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27, e21057. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210057>



Fotografía
Gonzalo M. A. Bermudez

UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA COMPRENDER CÓMO NOS AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO, CÓMO SE PRODUCE Y CÓMO PODEMOS APORTAR A LA MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS

A Teaching Proposal to Understand How Climate Change Affects Us, How It Occurs, and How We Can Contribute to Mitigating Its Effects

Uma proposta de ensino para entender como as mudanças climáticas nos afetam, como ocorrem e como podemos contribuir para mitigar seus efeitos

Juan David Galeano-Marín* 

Fecha de recepción: 17 de mayo de 2023
Fecha de aprobación: 08 de marzo de 2024

Cómo citar:

Galeano-Marín, J. D. (2024). Una propuesta de enseñanza para comprender cómo nos afecta el cambio climático, cómo se produce y cómo podemos aportar a la mitigación de sus efectos. *Bio-grafía*, 17(33), 36-69. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19219>

Resumen

A continuación, se presenta una propuesta de enseñanza fundamentada en algunos principios de la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) de Moreira (2010) y secuenciada según las fases del ciclo didáctico de Jorba y Sanmartí (1996) para comprender cómo nos afecta el cambio climático, cómo se produce y cómo podemos aportar a la mitigación de sus efectos. Se retoma la evaluación formativa y una reflexión pedagógica desde la Investigación Acción Educativa de Bausela (2004) y Restrepo (2004) para determinar el impacto de la propuesta y construir unas conclusiones.

* Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional. Licenciado en Educación Básica. Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Antioquia. Docente, Institución Educativa Barrio Santa Margarita. juan.galeano@iebarriosantamargarita.edu.co

Desde lo disciplinar, se propone un referente conceptual del cambio climático, la variabilidad climática, tiempo y clima basado en autores como Naciones Unidas (2022); Stocker *et al.* (2013); el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (s. f.); el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) (2018) y el Programa de Investigación de Cambio Global de Estados Unidos, en inglés, United States Global Change Research Program USGCRP (2009).

Considerando los resultados más relevantes se pudo concluir que el diseño de este tipo de propuestas es muy importante, porque el Cambio Climático es un problema global que afecta a todos los habitantes y especies del planeta, es fundamental que los estudiantes sepan sobre él para desarrollar una conciencia ambiental, comprender la importancia de la responsabilidad social, prepararse para el futuro y participar como ciudadanos activos e informados.

Palabras clave: cambio climático; meteorología; ciclo didáctico; teoría del aprendizaje significativo crítico; investigación acción educativa

Abstract

This is a teaching proposal based on some principles of Moreira's (2010) Critical Significant Learning Theory (TASC) and sequenced according to the phases of the didactic cycle of Jorba and Sanmartí (1996) to understand how climate change affects us, how it is produced, and how we can contribute to mitigating its effects. Formative assessment and pedagogical reflection are revisited from Bausela (2004) and Restrepo's (2004) Educational Action Research to determine the impact of the proposal and draw some conclusions.

From a disciplinary perspective, a conceptual framework of climate change, climate variability, weather and climate is proposed based on authors such as the United Nations (2022); the Intergovernmental Panel on Climate Change (2013); the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies and the National University of Colombia (s. f.); the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies and the National University of Colombia (2018); and the United States Global Change Research Program (2009).

Considering the most relevant results, it can be concluded that the design of this type of proposal is very important, because Climate Change is a global problem that affects all the inhabitants and species on the planet. It is essential that students learn about it to develop environmental awareness, understand the importance of social responsibility, prepare for the future, and participate as active and informed citizens.

Keywords: climate change; meteorology; didactic cycle; critical meaningful learning theory; educational action research

Resumo

A seguir, apresenta-se uma proposta de ensino fundamentada em alguns princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira (2010) e sequenciada de acordo com as fases do ciclo didático de Jorba e Sanmartí (1996) para entender como a mudança climática nos afeta, como ela ocorre e como podemos contribuir para mitigar seus efeitos. Retoma-se a avaliação formativa e uma reflexão pedagógica a partir da Pesquisa-Ação Educativa de Bausela (2004) e Restrepo (2004) para determinar o impacto da proposta e construir algumas conclusões.

Do ponto de vista disciplinar, propõe-se um referencial conceitual da mudança climática, variabilidade climática, tempo e clima, baseado em autores como as Nações Unidas (2022); o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2013); o Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais (s. f.); o Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais e a Universidade Nacional da Colômbia (2018); e o Programa de Pesquisa em Mudança Global dos Estados Unidos (2009).

Considerando os resultados mais relevantes, foi possível concluir que a concepção deste tipo de proposta é muito importante, pois mudança climática é um problema global que afeta todos os habitantes e espécies do planeta. É fundamental que os alunos saibam sobre ela para desenvolver uma consciência ambiental, compreender a importância da responsabilidade social, preparar-se para o futuro e participar como cidadãos ativos e informados.

Palavras-chave: mudanças climáticas; meteorologia; ciclo didático; aprendizagem significativa crítica; pesquisa-ação educacional



Introducción

Aunque el cambio climático es un proceso al que se le pueden asociar causas naturales, también obedece a procesos antrópicos, los cuales son objeto de preocupación por parte de diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en el contexto local, nacional e internacional. Las Naciones Unidas (2022) y los científicos que construyeron y publicaron el 28 de febrero de 2022, el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), por ejemplo, argumentan que el cambio climático que han ocasionado los humanos está produciendo una ruptura brusca y peligrosa que se ha generalizado en todo el planeta Tierra y que está afectando las vidas de la mayoría de sus habitantes.

Según las Naciones Unidas (2022), los biomas y los humanos que poseen la más baja capacidad de reacción son los más afectados. Con el fin de soslayar una mayor pérdida de vidas, biodiversidad e infraestructura es pertinente tomar con premura medidas preventivas de gran envergadura, que posibiliten la acomodación al cambio climático, y permitir disminuciones expeditas y acentuadas de las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, es imperante construir propuestas de enseñanza que posibiliten a las personas comprender cómo ocurre el cambio climático, cómo nos afecta y cómo se puede contribuir a la mitigación de sus efectos.

Por otra parte, algunos de los estudiantes de la institución han sido afectados directamente por algunos efectos de los fenómenos extremos, debido a que por lluvias intensas y prolongadas las quebradas de su comunidad, como La Iguaná, se han crecido y desbordado hasta el punto de llevarse sus viviendas. Asimismo, estas lluvias han ocasionado deslizamientos de tierra que han tenido efectos muy similares. De ahí que sea muy importante que ellos comprendan lo que está pasando y puedan proponer alternativas para resolver su problemática.

Las actividades propuestas en esta estrategia de enseñanza se secuenciaron según las cuatro fases del ciclo didáctico, propuesto por Jorba y Sanmartí (1996), el cual consta de una pregunta central y cuatro fases –la indagación o activación de saberes previos, la búsqueda e introducción de nuevos modelos explicativos, la estructuración de los nuevos modelos y la aplicación de los nuevos modelos–, y se cimentaron en algunos principios de la teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC) de Marco Antonio Moreira (Galeano-Marín, 2023).

Se aborda la relevancia de la enseñanza y el aprendizaje sobre el cambio climático, considerando las perspectivas de las Naciones Unidas (2022) y los sucesos climáticos más recientes ocurridos en el ámbito cercano de los estudiantes, tanto a nivel local (Medellín), como en el departamento de Antioquia, Colombia, y en el mundo. Asimismo, se considera el aspecto curricular y se destacan los aportes de los Lineamientos Curriculares del Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 1998), los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2004) y los Derechos Básicos de Aprendizaje para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2016).

Luego, se presenta un marco didáctico que describe los componentes y las fases del ciclo didáctico propuesto por Jorba y Sanmartí (1996). Después, se desarrolla un marco pedagógico que utiliza un mapa mental para explicar los principios de la TASC, relacionados con cada fase del ciclo didáctico. También, se ofrece un referente disciplinar que aborda el cambio climático y las variables meteorológicas, basado en autores como Naciones Unidas (2022), y que incluye conceptos relacionados con el cambio climático, la variabilidad climática, tiempo y clima, tomados de Stocker *et al.* (2013), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (s. f.), y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Universidad Nacional de Colombia UNAL (2018), y el Programa de investigación de cambio global de Estados Unidos –en inglés, United States Global Change Research Program (USGCRP)– (2009).

Posteriormente, se desarrolla el marco metodológico, en el que se describe la perspectiva de la investigación acción educativa, según Bausela Herreras (2004) y Restrepo Gómez (2004). Se detallan las actividades llevadas a cabo en cada fase de la propuesta, teniendo en cuenta los principios de la TASC que sustentan la estrategia y se incluyen algunas evidencias fotográficas del proceso. Por último, se presentan las conclusiones obtenidas, en relación con los resultados, las observaciones y contribuciones de esta estrategia de enseñanza, así como su impacto en el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales. Entre los aportes más destacables de esta propuesta se pueden mencionar su potencial motivador al presentar los contenidos de manera estructurada y secuencial, y por utilizar una variedad de recursos didácticos y estrategias educativas que fomentan la participación activa del estudiante en su propio proceso de aprendizaje.

Importancia de la enseñanza y del aprendizaje del conocimiento del cambio climático

El cambio climático es un proceso complejo relacionado con causas naturales y antropogénicas, y es una preocupación para organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a nivel local, nacional e internacional. Las Naciones Unidas y el IPCC han publicado informes que muestran que el cambio climático producido por los humanos está afectando la vida de la mayoría de los habitantes del planeta Tierra, especialmente los biomas y los humanos con menor capacidad de adaptación. Es preciso tomar medidas preventivas de gran amplitud para evitar una mayor pérdida de vidas, biodiversidad e infraestructura, así como para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Es importante que la educación en el cambio climático se construya para que las personas comprendan cómo ocurre, cómo les afecta y cómo se puede contribuir a la mitigación de sus efectos.

En cuanto a lo curricular, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia confiere gran importancia a la relación entre la escuela y la dimensión ambiental. En los lineamientos curriculares del área de ciencias naturales y educación ambiental, de 1998, se propone que la escuela eduque a las personas y grupos sociales para que comprendan la naturaleza compleja del ambiente y para que se desarrollen competencias, valores y actitudes positivas que posibiliten el mejoramiento de las relaciones de los humanos con el ambiente y la solución de las problemáticas ambientales.

En 7.º, 8.º y 9.º de bachillerato, los estudiantes deben aprender acerca de los procesos físicos, químicos y biológicos, y su relación con el clima y la vida en el planeta, así como la relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta y el intercambio de energía entre ellos (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 1998). Al finalizar 7.º grado, los estudiantes deben ser capaces de identificar condiciones de cambio y equilibrio en los seres vivos y los ecosistemas, evaluar el potencial de los recursos naturales, identificar recursos renovables y no renovables, y justificar la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas. También se espera que los estudiantes puedan identificar factores de contaminación en su entorno y sus implicaciones para la salud (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2004).

En el 2016, el MEN estableció los derechos básicos de aprendizaje para el área de ciencias naturales y educación ambiental, que incluyen la comprensión de la relación entre los ciclos del carbono, el nitrógeno y del agua en el mantenimiento de los ecosistemas. Es importante que los estudiantes comprendan el cambio climático y sus implicaciones para el medio ambiente y la sociedad, ya que esto les permitirá proponer soluciones para resolver los problemas causados por el cambio climático y hacer contribuciones positivas para un futuro sostenible (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2016).

Referente didáctico

Las actividades fueron secuenciadas, según las cuatro fases del ciclo didáctico propuesto por Sanmartí y Jorba (1996), y se muestran en la figura 1.

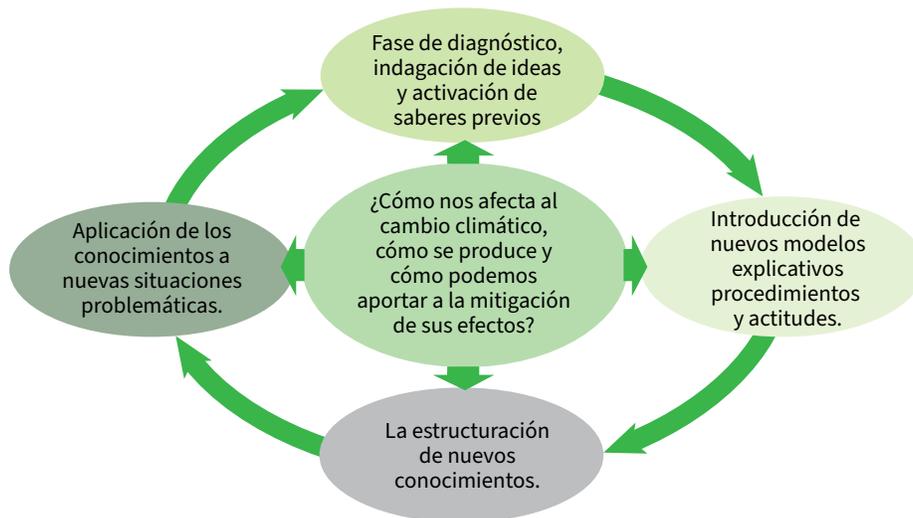


Figura 1. Fases del ciclo didáctico.

Fuente: elaboración propia a partir de Jorba y Sanmartí (1996).

El ciclo didáctico consta de una pregunta central que, según Moreira (2005), se considera un elemento de percepción y que impulsa la construcción del conocimiento. En cada fase, se evidencia que la evaluación es continua y formativa (Gallego *et al.*, 2014).

En la fase de diagnóstico se busca identificar el conocimiento previo del estudiante para comprender su comprensión conceptual, actitudinal y procedimental, ya que estos saberes previos son fundamentales en el proceso de aprendizaje. Se utilizan actividades para despertar el interés y activar los conocimientos del estudiante, y también se realiza una evaluación inicial para identificar lo que el estudiante ya sabe (Gallego *et al.*, 2014).

En la fase de introducción de nuevos modelos explicativos se presentan los nuevos conceptos, comenzando desde los más simples hasta llegar a los más complejos, lo que fomenta la interacción y negociación entre estudiantes, materiales y el profesor para construir conocimientos significativos. Además, se llevan a cabo

procesos de regulación y autoregulación para evaluar el aprendizaje de los estudiantes de manera formativa (Gallego *et al.*, 2014).

En la etapa de estructuración de conocimientos se anima a los estudiantes a desarrollar una base sólida para reconocer nuevos modelos explicativos en el aula. Se fomenta la colaboración para que los estudiantes construyan conocimiento a través de la interacción social, utilizando preguntas con sus compañeros, el profesor y los materiales educativos. Además, se realiza una evaluación continua mediante procesos de coevaluación o evaluación conjunta con los demás (Gallego *et al.*, 2014).

Finalmente, en la fase de aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones problemáticas, se espera que los estudiantes utilicen los nuevos modelos explicativos en situaciones nuevas y similares a las propuestas en el aula. Se lleva a cabo una evaluación sumativa y se complementa con la autoevaluación (Gallego *et al.*, 2014).

Referente pedagógico

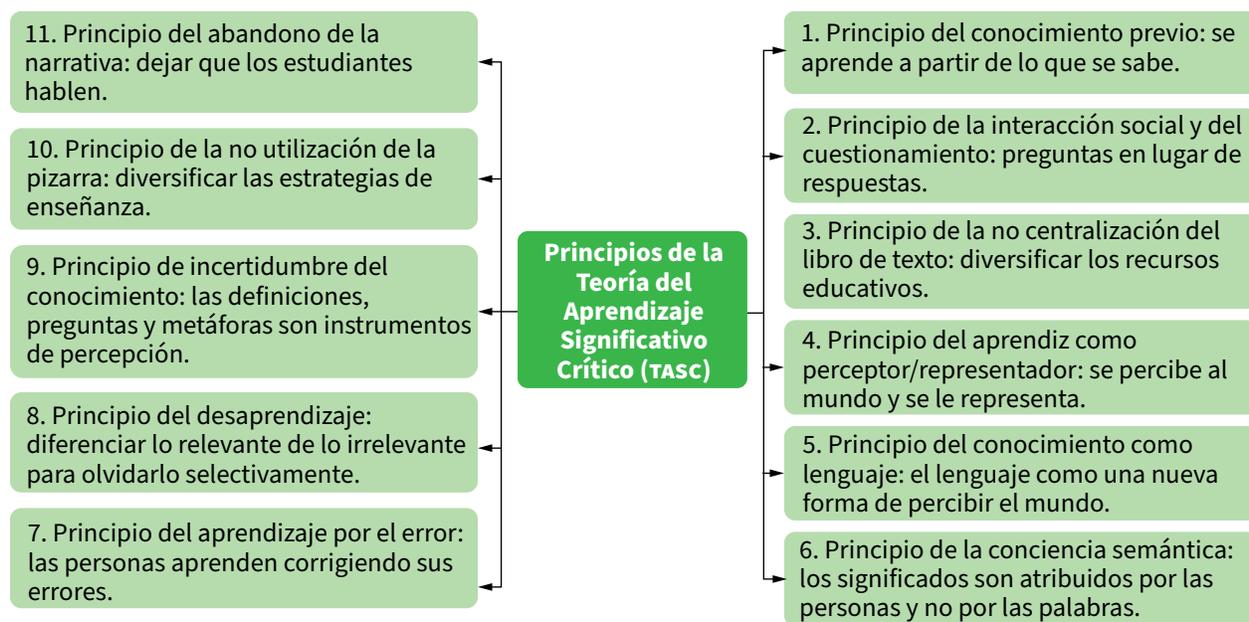


Figura 2. Mapa mental Principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC).

Fuente: Galeano (2023), basado en Moreira (2005).

La propuesta de enseñanza se basa en la teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC), de Marco Antonio Moreira, cuyos principios se presentan en la figura 2. En la primera fase se busca activar los conocimientos previos de los estudiantes mediante actividades diseñadas para este propósito. En la fase de introducción

de nuevos modelos explicativos se enfatiza enseñar por medio de preguntas, en lugar de dar respuestas directas, con el fin de fomentar la interacción social entre estudiantes, materiales educativos y profesores. De igual manera, se favorece la selección de diversos recursos educativos para evitar la dependencia excesiva del

libro de texto, que puede limitar el conocimiento y promover un aprendizaje mecánico en lugar de uno crítico (Moreira, 2005).

En la fase de introducción y estructuración se sugiere utilizar estrategias y recursos didácticos variados, en lugar del tradicional uso del pizarrón. Se propone la realización de conversatorios en torno a las preguntas planteadas por los estudiantes, lo que permite abrir un espacio para la exposición y discusión de ideas. Se desalienta el uso de la narrativa como método de enseñanza y se enfatiza el papel activo de los estudiantes, mientras que el docente actúa como mediador y promueve el aprendizaje autónomo (Moreira, 2005).

A lo largo de la propuesta se reconoce la incertidumbre del conocimiento y se destaca que las definiciones son construcciones humanas sin autoridad absoluta fuera de su contexto. Se promueve el aprendizaje crítico y se insta a aprender a desaprender, adaptando estrategias y significados a nuevas circunstancias. La evaluación se realiza de forma continua y diversa, e incluye una evaluación inicial para detectar los conocimientos previos, una evaluación formativa para monitorear el progreso del estudiante, una coevaluación para fomentar el intercambio de significados y una evaluación sumativa para hacer un balance del aprendizaje. Se valora el error como parte del proceso de aprendizaje, sin que sea considerado punitivo (Moreira, 2005).

Referente disciplinar

El cambio climático se refiere a las alteraciones en las características que influyen en el clima, debido a procesos naturales y acciones humanas. El sistema climático incluye la biósfera, criósfera, hidrósfera, atmósfera y litósfera, cuya interacción determina la respuesta del sistema a los cambios en el forzamiento. El clima se describe mediante variables atmosféricas, como temperatura y precipitación, así como otras variables del sistema climático. Es crucial diferenciar entre tiempo climático y clima, ya que el primero se evalúa en períodos cortos y el segundo abarca toda la variabilidad y cambia de una época a otra (Centro Interna-

cional para la Investigación del Fenómeno de El Niño [CIIFEN], 2022).

El cambio climático actual está ocurriendo de manera rápida en comparación con la historia de la Tierra. Esto se debe tanto a factores naturales como a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera. Los gases de efecto invernadero—como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso—son una de las principales causas del cambio climático. La quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva y la producción de energía emiten grandes cantidades de estos gases a la atmósfera (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s. f.; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] y la Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2018).

El cambio climático tiene consecuencias graves en la biodiversidad, la producción de alimentos, la salud humana, el suministro de agua y la seguridad energética. El aumento de la temperatura global provoca el derretimiento de los glaciares y el incremento del nivel del mar, lo que puede resultar en inundaciones y desplazamientos masivos de población. Además, se espera un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, sequías, inundaciones y olas de calor (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s. f.; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] y la Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2018).

Para abordar el cambio climático se requieren acciones a nivel global, regional y local. La Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y el Acuerdo de París son acuerdos internacionales que buscan estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero y limitar el calentamiento global a niveles seguros. Estos esfuerzos son fundamentales para mitigar los efectos del cambio climático y proteger nuestro planeta (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s. f.; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] y la Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2018). En la figura 3 se sintetizan los tipos de variabilidad climática.

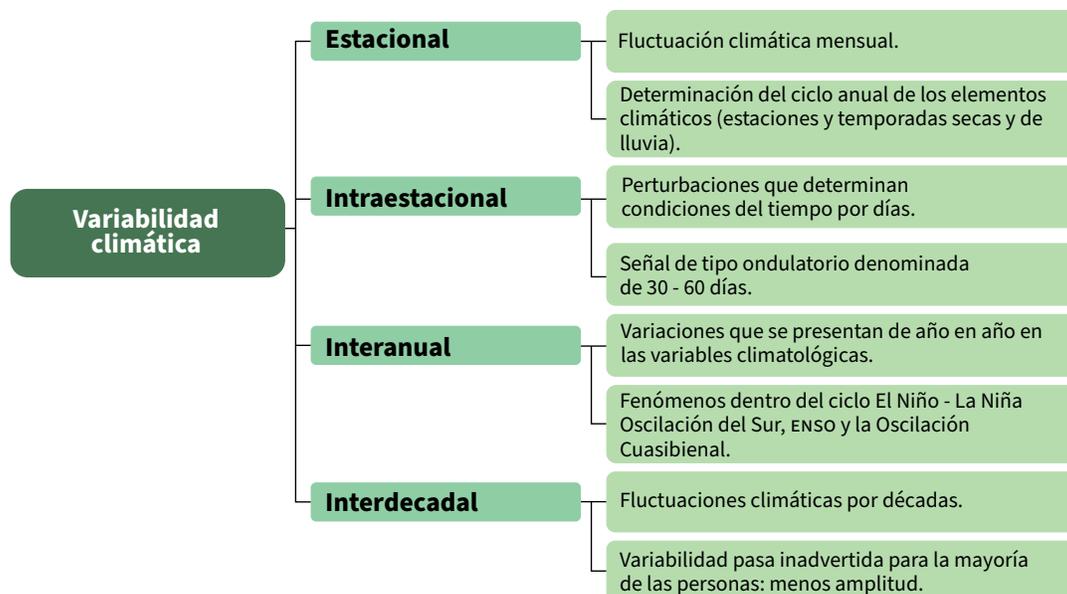


Figura 3. Tipos de variabilidad climática.

Referente metodológico

La investigación acción educativa (IAE) es una metodología que busca mejorar las prácticas educativas a través de la reflexión y el análisis crítico. Se caracteriza por construirse desde y para la práctica, involucrando la

participación de los sujetos y siguiendo ciclos de planificación, acción, observación y reflexión. La IAE presenta tres funciones básicas: investigación, acción y formulación, y perfeccionamiento. Los objetivos formativos de la investigación participativa se presentan en la figura 4 (Bausela Herreras, 2004; Restrepo, 2004).



Figura 4. Objetivos formativos de la investigación participativa.

Fuente: adaptado de Bausela (2004).

En el ámbito de la enseñanza de la meteorología y el cambio climático, la IAE es relevante al promover la reflexión de la práctica docente y llevar la teoría a la práctica. Se pueden desarrollar actividades de enseñanza basadas en la teoría del aprendizaje sig-

nificativo crítico (TASC) y evaluar sus resultados para obtener conclusiones y recomendaciones. En la figura 5 se presentan las características de la investigación acción educativa (IAE) (Bausela Herreras, 2004; Restrepo Gómez, 2004).

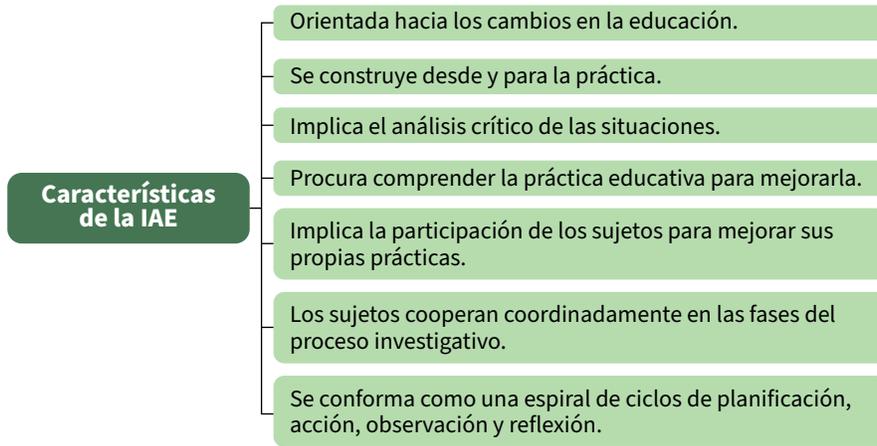


Figura 5. Características de la Investigación Acción Educativa (IAE).

Fuente: adaptado de Bausela (2004).

La IAE es una metodología que busca mejorar la educación a través de la reflexión y el análisis crítico. Se construye desde y para la práctica, involucra la participación de los sujetos y sigue ciclos de planificación, acción, observación y reflexión. En el contexto de la enseñanza

de la meteorología y el cambio climático, la IAE permite la aplicación práctica de la teoría educativa. En la figura 6 se presentan las fases y algunos rasgos de la investigación acción educativa (Bausela Herreras, 2004; Restrepo Gómez, 2004).



Figura 6. Fases y algunos rasgos de la investigación acción educativa (IAE).

Fuente: adaptado de Bausela (2004).

Descripción de la propuesta

Con el fin de facilitar el logro de los objetivos propuestos, se estableció una secuencia de aprendizaje fundamentada en el ciclo didáctico propuesto por Neus Sanmartí y Jorba (1996). Por esto, las actividades se relacionan en cuatro fases (diagnóstico, introducción, estructuración y aplicación), que interactúan con una pregunta central. La secuencia completa puede consultarse en el Anexo I: Descripción de la propuesta.

Análisis y discusión de los resultados

En el Anexo II se presenta un análisis y la discusión de los resultados obtenidos. Se trabajó con 175 estudiantes de 7.º grado de la Institución Educativa Barrio Santa Margarita, durante el año 2022.

En la fase de diagnóstico se utilizaron diversos métodos, como la observación de un video, un cuestionario abierto y un conversatorio, para activar y explorar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el cambio climático. En las respuestas de los estudiantes se encontraron diferentes niveles de comprensión y percepción del problema. Algunos reconocieron los efectos negativos del cambio climático en los ecosistemas y la necesidad de modificar nuestras actitudes hacia el medio ambiente; sin embargo, hubo estudiantes que confundieron el cambio climático con otros tipos de variabilidad climática y no lograron diferenciar entre las causas y las consecuencias del fenómeno.

En la fase de introducción se llevó a cabo la lectura de un artículo titulado *Conocimiento climático: Los principios esenciales de la ciencia climática*, y se realizó un conversatorio. Los estudiantes trabajaron en parejas, leyeron diferentes páginas del artículo y, posteriormente, compartieron sus ideas y construyeron mapas mentales para organizar el conocimiento. Esta actividad permitió descentralizar el proceso de enseñanza del libro de texto y fomentó la participación activa de los estudiantes.

En la fase de estructuración, los estudiantes se organizaron en equipos de trabajo para preparar exposiciones temáticas sobre diferentes aspectos del cambio climático. Leyeron artículos relacionados con sus temas asignados, identificaron palabras desconocidas, resumieron las ideas principales y crearon mapas mentales. Durante las exposiciones, los estudiantes compartieron sus conocimientos y estructuraron nuevos modelos explicativos. Algunos equipos complementaron sus presentaciones con carteles y otros recursos visuales.

En la fase de aplicación, los estudiantes caracterizaron los efectos del cambio climático en su contexto. De igual manera, registraron eventos climáticos extremos ocurridos en su comunidad, como inundaciones y deslizamientos, y describieron las consecuencias de estos. Esta actividad promovió la investigación y el aprendizaje activo, ya que los estudiantes se involucraron en el estudio de los fenómenos que afectan directamente a su entorno, como se muestra en las figuras 28, 29 y 30 del Anexo II.

En resumen, el análisis de los resultados mostró que los estudiantes lograron activar sus saberes previos, adquirieron nuevos conocimientos sobre el cambio climático y desarrollaron habilidades de investigación y presentación. Además, se destacó la importancia de las preguntas formuladas por los estudiantes como elementos que dinamizaron el proceso de enseñanza y fomentaron el intercambio de significados. El enfoque utilizado en el proyecto permitió que los estudiantes asumieran un rol más activo en su aprendizaje y promovió la diversificación de estrategias y recursos educativos.

Conclusiones

Después de implementar la propuesta de enseñanza basada en la teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC) de Moreira (2005), organizada de acuerdo a las etapas del ciclo didáctico, y después de adoptar una perspectiva de evaluación formativa y reflexión pedagógica, se han analizado los resultados obtenidos y se pueden establecer las siguientes conclusiones.

Al principio del proceso se observa una mejora en el aprendizaje de los estudiantes, en relación con la ciencia del cambio climático. Esto se debe a que los estudiantes recibieron comentarios continuos, tanto de sus compañeros como del docente, durante las diferentes actividades que se llevaron a cabo, como los conversatorios y las exposiciones. Este enfoque de evaluación formativa les permitió realizar ajustes en su proceso de aprendizaje de manera oportuna.

Otro resultado destacado fue el desarrollo de habilidades críticas por parte de los estudiantes, lo cual se pudo evidenciar durante su participación en el conversatorio (figura 18 del Anexo II) y en las exposiciones (figura 23 del Anexo II), ya que la propuesta de enseñanza TASC tiene como objetivo central el fomento del pensamiento crítico y la reflexión. Por su parte, la reflexión pedagógica que se promueve en esta propuesta puede ayudar a los docentes a mejorar su práctica educativa y a estimular el desarrollo de estas habilidades en sus estudiantes. Por último, la aplicación de la Investigación Acción Educativa puede fomentar una cultura de mejora continua

en la enseñanza y la valoración de los procesos investigativos en el aula, lo cual puede contribuir a elevar la calidad de la educación.

Añadiendo a lo anterior, es crucial destacar la importancia de diseñar propuestas de enseñanza que aborden el tema del cambio climático, dado que se trata de un problema global que afecta a todos los seres vivos en el planeta Tierra. Es fundamental que los estudiantes adquieran conocimientos sobre este tema para desarrollar una conciencia ambiental, comprender la importancia de la responsabilidad social, prepararse para el futuro y participar como ciudadanos informados y activos. En consecuencia, es esencial que los estudiantes aprendan sobre el cambio climático, con el fin de fomentar la conciencia ambiental, la responsabilidad social, la preparación para el futuro y la participación ciudadana.

Al reconocer las causas y consecuencias de este fenómeno, los estudiantes pueden desarrollar una conciencia ambiental más sólida y comprender cómo sus acciones cotidianas influyen en el medio ambiente. Por ejemplo, al conocer cómo sus hábitos de consumo de energía, transporte y generación de residuos contribuyen al problema, podrían tomar medidas para reducir su huella de carbono. Además, el conocimiento sobre el cambio climático puede brindar a los estudiantes la oportunidad de crear estrategias para prevenir, mitigar y adaptarse a sus efectos, convirtiéndolos en agentes activos del cambio y en defensores del medio ambiente.

La educación acerca del cambio climático puede fomentar en los estudiantes una mayor conciencia de su responsabilidad social y la importancia de sus acciones en el ámbito local y global. Al concebirse como ciudadanos globales, deben actuar con responsabilidad y considerar el impacto que pueden tener sus acciones en otras regiones del país y en el mundo, así como en las generaciones futuras. Por otro lado, es fundamental considerar la preparación para el futuro, ya que los estudiantes de 7.º grado están en una etapa importante de sus vidas en la que deberán tomar decisiones trascendentales. Al conocer sobre el cambio climático, podrán prepararse para un futuro en el que la sostenibilidad deberá ser una prioridad para diversos aspectos vitales, como su elección profesional y estilo de vida.

Otro aspecto relevante a considerar es la participación ciudadana en la lucha contra el cambio climático. Dado que se trata de un problema global, es necesario que todas las personas se involucren activamente y estén informadas sobre cómo pueden contribuir a mitigar sus efectos. La educación sobre el cambio climático puede

proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para participar de manera informada y comprometida en la construcción de políticas y prácticas sostenibles. Esto puede generar una cultura de participación y colaboración en la búsqueda de soluciones y medidas para enfrentar este desafío global.

Mejorar esta propuesta puede ser beneficioso si se brinda un mayor apoyo a los estudiantes en la preparación de los experimentos. Aunque es cierto que al delegarles esta actividad se les da más protagonismo y puede potenciar su proceso de aprendizaje, la falta de experiencia puede llevarlos a desmotivarse y no presentar el trabajo propuesto. Se pueden generar espacios de asesoría para ayudarles, pero esto puede ser difícil debido a la limitación del tiempo disponible, ya que podría implicar que lleguen temprano al colegio, salgan tarde o se pierdan otras clases para recibir apoyo. Desde el punto de vista logístico, esto es complejo, pues se requiere la autorización de los padres de familia; sin embargo, se pueden buscar opciones para superar estos obstáculos, como involucrar a los funcionarios del Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá (SIATA) para fortalecer este proceso.

De acuerdo con los hallazgos, se sugiere que sería muy beneficioso abordar el conocimiento sobre la ciencia climática de manera interdisciplinaria y transversal, involucrando a docentes de diferentes áreas. Es necesario que los maestros reciban capacitación al respecto y trabajen en conjunto para formar una red que permita que los estudiantes reciban aportes de todas las áreas del conocimiento relacionadas con el cambio climático. De esta manera, se podrán crear estrategias más efectivas que promuevan la prevención, mitigación y adaptación ante este problema global.

También es importante destacar que, según algunos autores, como el United States Global Change Research Program (USGCRP), el conocimiento sobre la ciencia climática es un proceso continuo. Es decir, es imposible comprender cada aspecto relacionado con los conceptos fundamentales de este tema de forma completa y definitiva. Se requiere de un enfoque sistémico que permita entender las complejas interrelaciones entre los componentes del sistema climático, y el desarrollo de habilidades fenomenológicas para identificarlas y comprenderlas. Es necesario tener en cuenta que el conocimiento sobre la ciencia climática seguirá evolucionando, y que la voluntad de formar a la gente sobre el impacto del clima en sus vidas y en el sistema climático también evolucionará, lo que permitirá una comprensión pública cada vez mayor (United States Global Change Research Program [USGCRP]), 2009).

Para complementar lo mencionado anteriormente, es importante destacar que el enfoque interdisciplinario es esencial para comprender el clima y su impacto en el planeta, ya que permite tener una experiencia de aprendizaje continua sobre los conocimientos científicos relacionados con el sistema climático, y cómo este afecta y es afectado por los seres humanos. Se pueden abordar diferentes aspectos del clima, como comparar las condiciones meteorológicas a corto y largo plazo, examinar modelos computacionales, investigar los efectos del cambio climático en la salud humana y ambiental, entre otros. Además, cualquier persona de cualquier edad puede utilizar información de distintas fuentes, como experimentos propios y registros físicos, químicos, biológicos, geográficos, sociales, económicos e históricos para explorar los impactos del cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación y mitigación (United States Global Change Research Program [USGCRP], 2009).

Aunque no hace parte del referente teórico de la propuesta, es pertinente establecer una discusión frente a la relación entre el sistema capitalista, las formas de producción y el cambio climático. En este sentido, sería enriquecedor implicar a los estudiantes para que cuestionen el modelo económico predominante, su impacto ambiental y reflexionen críticamente sobre las formas de producción y consumo que prolongan el deterioro ambiental. Asimismo, se evidencia la importancia de visibilizar la necesidad de adoptar enfoques que sean sostenibles y equitativos para la producción y la distribución de los recursos. Adicionalmente, al ejecutar la propuesta se observó la necesidad de promover la búsqueda de una comprensión más holística del cambio climático en función de las acciones políticas desde lo local hacia lo global. Es preciso debatir cómo las decisiones económicas y políticas impactan en las respuestas que se producen frente al cambio climático, para promover una conciencia relacionada con la urgencia de construir estrategias de mitigación más eficientes, enmarcadas en políticas ambientales más contundentes. Así, al ampliar la interdependencia entre el ambiente, la economía y la política desde un enfoque holístico del cambio climático, se destaca la relevancia de la movilización social y la acción colectiva en la lucha contra el cambio climático, de tal forma que la sociedad civil participe activamente y se fortalezcan los movimientos ambientales.

En este contexto, es conveniente citar a autoras como Klein (2014), quien analiza la interacción entre el sistema económico, defendiendo cambios esenciales en la sociedad para enfrentar esta crisis eficazmente. La misma autora arguye que esta crisis fue acelerada por el modelo capitalista que impulsó el desarrollo económico,

supeditando la sostenibilidad a largo plazo al beneficio a corto plazo. Malm (2016) examina cómo el cambio climático se ha acelerado por la dependencia histórica del modelo capitalista de los combustibles fósiles. Esto contribuye a una postura crítica frente a las formas de producción y consumo que contribuyen a esta crisis, en tanto se analiza cómo la sobre explotación de los recursos naturales y la contaminación ambiental obedecen a la búsqueda de ganancias económicas en el mercado global. Por su parte, Harvey (2012) sostiene que la defensa de un ambiente sostenible implica la democracia participativa y la justicia social, lo cual puede ser aprovechado como insumo para propiciar una reflexión en torno al rol de las acciones políticas como respuesta al cambio climático desde lo local hacia lo global.

Referencias

- Bausela Herreras, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3512871>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). (2022). *Sistema climático*. <https://ciifen.org/sistema-climatico/>
- Galeano Marín, J. D. (2023). Aprendizaje significativo de las interacciones ecológicas de la Institución Educativa Barrio Santa Margarita (IEBSM). *Bio-grafía*, 16(30), 142-156. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17826>
- Harvey, D. (2012). *Rebel Cities: From the Right to the City to the Urban Revolution*. Verso.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (s. f.). *Conceptos básicos del cambio climático*. <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Universidad Nacional de Colombia (UNAL). (2018). *Variabilidad climática y cambio climático en Colombia*. <https://www.andi.com.co/Uploads/variabilidad.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Working Group II Sixth Assessment Report trailer - Spanish* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VHldEyn7zUU&t=23s>
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.

- Klein, N. (2014). *This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate*. Alfred A. Knopf Canada. https://ia804509.us.archive.org/30/items/pdfy-Skb-ch_k7psDm90Q/Naomi%20Klein%20-%20This%20Changes%20Everything.pdf
- Malm, A. (2016). *Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. Verso.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Naturales. DBA V. 1*. http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/DBA_CNaturales.pdf
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83-102.
- Naciones Unidas (28 de febrero de 2022). Ciencia, soluciones, solidaridad. <https://www.un.org/es/climatechange>
- Gallego Madrid, D. E., Quiceno Serna, Y. y Pulgarín Vásquez, D. (2014). Unidades didácticas: Un camino para la transformación de la enseñanza de las ciencias desde un enfoque investigativo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (número extraordinario), 923-934. <https://doi.org/10.17227/01203916.3460>
- Restrepo Gómez, B. (2004). La investigación-acción-educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, (7), 45-55.
- Stocker, T. F., Dahe, Q. y Plattner, G. (Coords.). (2013). Resumen técnico. https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_TS_FAQ_ES.pdf
- United States Global Change Research Program (USGCRP). (2009). *Conocimiento climático. Los principios esenciales de la ciencia climática*. https://cpo.noaa.gov/sites/cpo/Documents/pdf/Conocimiento_Clim%C3%A1tico_8.5x11.pdf

ANEXO I

Descripción de la propuesta

Con el fin de facilitar el logro de los objetivos propuestos, en este apartado se establece la secuencia de aprendizaje fundamentada en el ciclo didáctico propuesto por Sanmartí y Jorba (1996), por lo cual las actividades se relacionan en cuatro fases (diagnóstico, introducción, estructuración y aplicación) que interactúan con una pregunta central.

Pregunta central

Esta es una pregunta problematizadora, planteada, por lo general, por los estudiantes. En este caso es: ¿cómo nos afecta el cambio climático, cómo se produce y cómo podemos aportar a la mitigación de sus efectos?

Fase diagnóstico

En esta fase se realizarán actividades que propicien la activación y la indagación de los saberes previos: un video, un cuestionario abierto y un conversatorio.

Observación de video

Para este caso, se propone la observación del video documental *Working Group II Sixth Assessment Report trailer - Spanish* (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]), 2022).

Cuestionario abierto

Posteriormente, se propone un cuestionario abierto con ocho preguntas, que debe ser resuelto por los estudiantes en una hoja.

1. Describe lo que observas en el video.
2. Explica lo que piensas de lo que observas en el video.
3. Explica lo que crees que es el cambio climático.
4. Explica por qué crees que se presenta el cambio climático.
5. Explica cómo crees que se manifiesta el cambio climático.
6. Explica cómo crees que nos afecta el cambio climático.
7. Explica cómo crees que puedes aportar para mitigar el cambio climático.

8. Explica cómo crees que podrías aprender mejor lo que se relaciona con el cambio climático.
9. Formula y escribe por lo menos 3 preguntas que le gustaría que se abordarán durante la enseñanza del cambio climático.

Conversatorio cuestionario abierto

Después, los estudiantes socializarán lo que respondieron en las preguntas, para propiciar un conversatorio y/o una interacción social entre ellos y el docente.

Fase de introducción

Durante esta fase se llevarán a cabo actividades que posibiliten la introducción de nuevos modelos explicativos relacionados con el cambio climático: la lectura de un artículo, un conversatorio sobre el artículo, y la lectura y preparación de unas exposiciones.

Lectura artículo *Conocimiento climático: Los principios esenciales de la ciencia climática*

Se propone que los estudiantes lean el artículo *Conocimiento climático: Los principios esenciales de la ciencia climática*. En él deben subrayar las palabras desconocidas y escribir su significado. Además, deben resaltar las ideas que consideren importantes y escribir un informe de lectura en el que hagan una síntesis del texto e incluyan, por lo menos, cinco preguntas formuladas por ellos mismos para dinamizar el conversatorio.

Conversatorio sobre el artículo

En este momento, se pretende que el estudiante se aproxime más al conocimiento relacionado con el cambio climático, mediante la conversación sobre el documento leído y usando las preguntas que ellos han formulado como elementos dinamizadores y objeto de aprendizaje.

Lectura y preparación de exposiciones temáticas: trabajo colaborativo

Los estudiantes se organizan en seis equipos de trabajo, a los que se les asignará un texto sobre uno de los temas propuestos en la tabla 1. Deberán leerlo y preparar una exposición que presentarán mediante videos y presentaciones en Power Point, con el acompañamiento y asesoramiento del docente.

Tabla 1. Temas asignados para las exposiciones.

Equipo	Temas
1	Componentes que conforman el sistema climático.
2	Propiedades que influyen en el clima global del planeta.
3	Clima, tiempo atmosférico, variabilidad climática, Cambio Climático: conceptos claves en torno al Cambio Climático y la forma en la que se evalúa este fenómeno.
4	Los gases de efecto Invernadero (GEI) y su influencia en el clima global planetario.
5	Eventos extremos asociados al Cambio Climático.
6	Efectos del Cambio Climático sobre el océano y la criósfera.

Fase de estructuración

Durante esta fase se proponen algunas actividades para posibilitar la estructuración de los nuevos modelos explicativos: la socialización de conceptos mediante exposiciones, experimentos y un mapa mental.

Socialización de conceptos mediante exposiciones

Los estudiantes realizaron las exposiciones correspondientes a los temas asignados. Cada equipo tendrá 20 minutos y podrá usar recursos audiovisuales como videos, presentaciones en Power Point, animaciones y carteleras.

Experimentos

Se proponen algunos experimentos de carácter demostrativo, los cuales se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Experimentos propuestos.

Experimento	Nombre del experimento	Descripción del experimento	Materiales	Tema
1	Capacidad calórica y reflectancia de la criósfera.	Con una lámpara se alumbran dos fragmentos de tela (uno blanco y el otro negro). Luego se mide la temperatura de cada uno.	Telas blancas y negras. Lámpara. Termómetro.	Componentes que conforman el sistema climático.
2	Efecto Coriolis.	Actividad práctica para explicar el efecto Coriolis, relacionado con la formación de los vientos alisios.	Mapamundi. Marcadores.	Propiedades que influyen en el clima global del planeta.
3	Trabajo práctico ZCIT.	La línea rosa, representa masas de aire caliente y su presencia indica presencia de lluvias. La Zona de Confluencia Intertropical (zcit) está definido como una estrecha banda zonal de vigorosa convección, que se manifiesta por el desarrollo de cúmulos, ampliamente confirmado mediante el uso de las imágenes de satélite, y señala la convergencia entre el aire de los hemisferios norte y sur.	Hoja zcit.	Propiedades que influyen en el clima global del planeta.
4	Fenómeno de la niña.	En una cubeta se pone agua y colorante. Luego con un secador se aplica aire caliente para observar las corrientes y las formas.	Cubeta, agua con colorante, secador de cabello.	Propiedades que influyen en el clima global del planeta.

Experimento	Nombre del experimento	Descripción del experimento	Materiales	Tema
5	Gases de efecto invernadero	La reacción entre bicarbonato de sodio y vinagre produce dióxido de carbono, lo cual posibilita comparar dos escenarios: una atmósfera tranquila y otra con circulación de dióxido de carbono.	Bicarbonato. Vinagre. Recipiente. Cinta. Cauchos	Los gases de efecto Invernadero (GEI) y su influencia en el clima global planetario.
6	Ciclo del agua.	Se realiza una experiencia práctica sobre el ciclo del agua. Se usa agua caliente y al clima en dos recipientes plásticos. El recipiente más pequeño que contiene el agua a menor temperatura se sumerge en otro y se sella con un plástico y un caucho. El de mayor temperatura, se sumerge en otro recipiente más grande y se sella de igual forma. En los dos se coloca hielo sobre el plástico. Se puede observar cómo la de mayor temperatura tensiona más el plástico con una curvatura hacia arriba.	Dos recipientes plásticos. Agua caliente y tibia. Plástico. Caucho. Dos recipientes plásticos más grandes. Hielo.	Eventos extremos asociados al cambio climático.
7	Intensidad de precipitación.	Se realiza otra experiencia para estudiar la intensidad de precipitación. Para realizarla se usan dos recipientes de vidrio y se llenan con igual cantidad de agua hasta el borde. Se tendrá la misma cantidad de tierra en ambos escenarios. Es diferente que una gran cantidad de agua caiga en un periodo de tiempo corto que en uno largo porque la respuesta es diferente. En un caso el agua se echa de a poco, esperando que la tierra la asimile, esperando que se seque. La tierra tiene tiempo de absorber el agua. Si se echa toda el agua de una la tierra no tendrá tiempo de absorber el agua.	Dos recipientes de vidrio. Dos recipientes de vidrio. Tierra. Agua.	Eventos extremos asociados al cambio climático.
8	Aumento del nivel del mar y zonas costeras.	En la coca plástica se construye una zona costera, luego se echa agua y se marca el nivel. Posteriormente se colocan hielos en diferentes puntos para observar el aumento de nivel por el derretimiento.	Una coca plástica, plastilina, sal, agua, hielos, palillos.	Efectos del cambio climático sobre el océano y la criósfera.
9	Estratificación de la densidad del agua en el océano.	En dos recipientes se contiene Agua fría con vinilo azul y caliente con vinilo rojo. Se coloca un portavasos para separar los contenidos y luego se retira. Cuando un vaso esté sobre el otro. Se observa la dificultad para mezclarse. El experimento puede tener variaciones, agua a la misma temperatura o invertir las posiciones.	Vasos. Agua. Vinilo azul. Portavasos de plástico.	Efectos del cambio climático sobre el océano y la criósfera.
10	Acidificación de los océanos.	En recipiente se mezcla agua con sal para simular el mar y se le inyecta dióxido de carbono que se produce en un recipiente plástico mediante la reacción del vinagre con bicarbonato. Los recipientes se conectan con una cánula.	Agua. Sal Recipiente. Vinagre. Bicarbonato. Cánula. Indicador de pH.	Efectos del cambio climático sobre el océano y la criósfera.

Mapa mental

Se propone crear un mapa mental para que los estudiantes representen las ideas que han construido, en relación con el conocimiento del cambio climático.

Fase de aplicación

Para la fase de aplicación se propone una caracterización de los efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes, considerando los eventos ocurridos, la fecha de ocurrencia, la descripción del evento, las consecuencias, un análisis de las causas, y la construcción de propuestas de prevención y mitigación.

Caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes

Mediante el desarrollo de esta actividad se busca que los estudiantes identifiquen los efectos del cambio climático en su contexto cotidiano. Esto, debido a que durante marzo y abril se presentaron eventos extremos de lluvia que ocasionaron inundaciones, deslizamientos y pérdidas de vivienda en algunos de los barrios en los que los estudiantes habitan.

En la tabla 3, o en una similar, los estudiantes deben registrar algunos eventos climáticos ocurridos en su comunidad, la fecha aproximada de su ocurrencia, la descripción (cómo ocurrió) y las consecuencias que tuvo este evento en su comunidad.

Tabla 3. Caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes.

Caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes			
Evento	Fecha aproximada de ocurrencia	Descripción	Consecuencias

Análisis del porqué ocurren estos eventos en la comunidad

Se propone al estudiante establecer las posibles causas que se relacionan con la ocurrencia de estos eventos en la comunidad. En la tabla 4 los estudiantes deben registrar el análisis correspondiente a cada uno de los eventos ocurridos en su comunidad. En ella deben tratar de explicar cuáles son las posibles causas de estos eventos asociados al cambio climático.

Tabla 3. Caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes.

Análisis del porqué ocurren estos eventos en la comunidad		
Evento	Fecha aproximada de ocurrencia	Análisis de causas ¿Por qué ocurre?

Construcción de propuesta de prevención y mitigación

Después de caracterizar los eventos asociados al cambio climático, sus consecuencias y sus causas, se propone que los estudiantes construyan propuestas de prevención y mitigación con su comunidad.

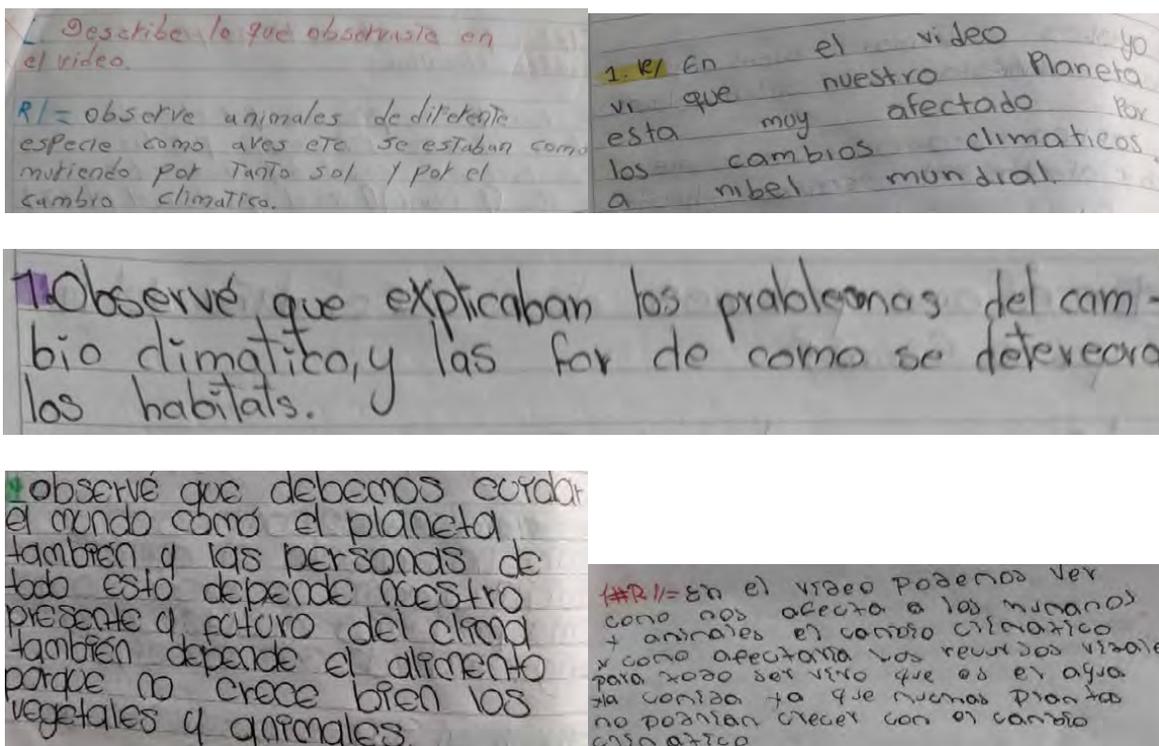
ANEXO II

Análisis y discusión de los resultados

Fase de diagnóstico y activación de saberes previos: observación de vídeo cuestionario abierto

La propuesta de enseñanza se ejecutó con 175 estudiantes matriculados en 7° grado, en 2022, en la Institución Educativa Barrio Santa Margarita. Durante la fase de diagnóstico, se logró la activación y la indagación de los saberes previos mediante la observación de un vídeo, un cuestionario abierto y un conversatorio. A continuación, en la figura 7, se muestran algunas respuestas de los estudiantes a la primera instrucción: describe lo que observas en el video.

Figura 7. Algunas respuestas de los estudiantes a la primera pregunta del taller diagnóstico.

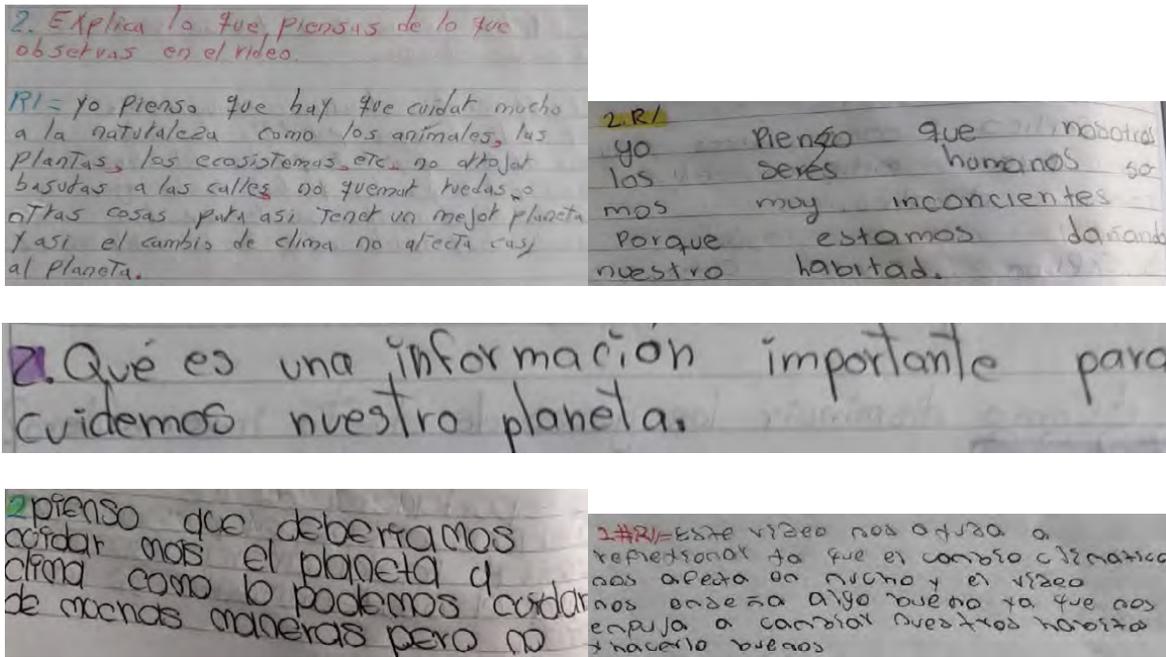


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En este caso, los estudiantes hacen referencia a diversos efectos negativos que el cambio climático está ocasionando sobre los ecosistemas, como la muerte de algunas especies, el deterioro de los hábitats, el aumento de la temperatura y la vulnerabilidad de la misma especie humana.

En la figura 8 se presentan algunas de las respuestas de los estudiantes a la segunda instrucción del cuestionario: explica lo que piensas de lo que observas en el video.

Figura 8. Algunas respuestas de los estudiantes a la segunda pregunta del taller diagnóstico.

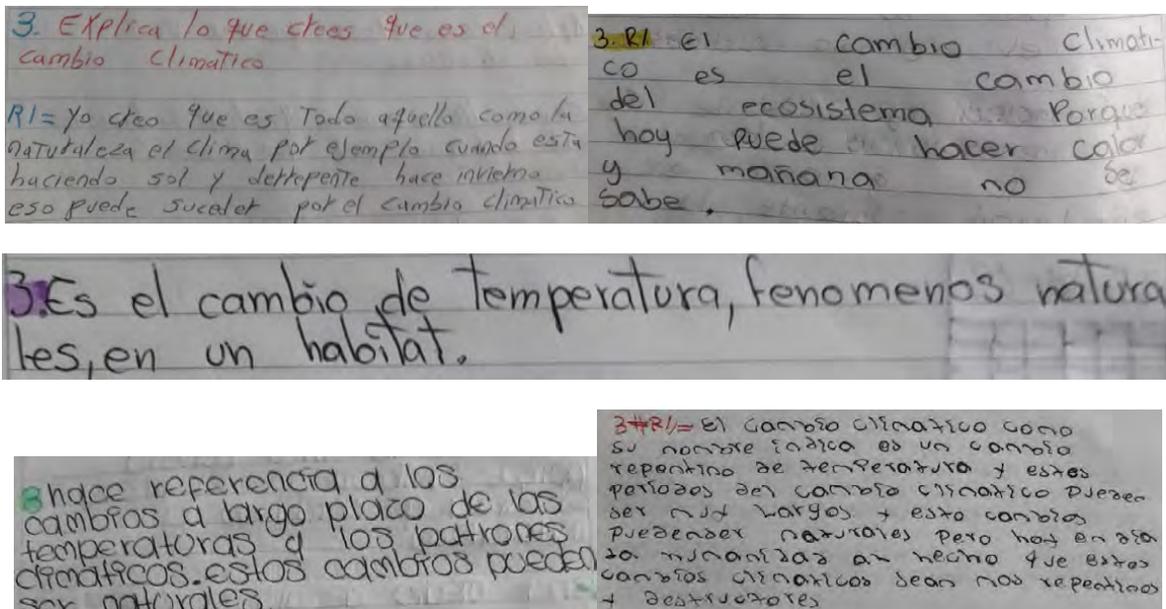


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En estas respuestas, los estudiantes evidencian que los humanos hemos tenido una actitud poco amigable con nuestro planeta y, por eso, plantean la necesidad de modificarla por una que posibilite la conservación de los ecosistemas y las especies que los habitan.

En la figura 9 es posible observar algunas respuestas de los estudiantes a la instrucción 3: explica lo que crees que es el cambio climático.

Figura 9. Algunas respuestas de los estudiantes a la tercera pregunta del taller diagnóstico.

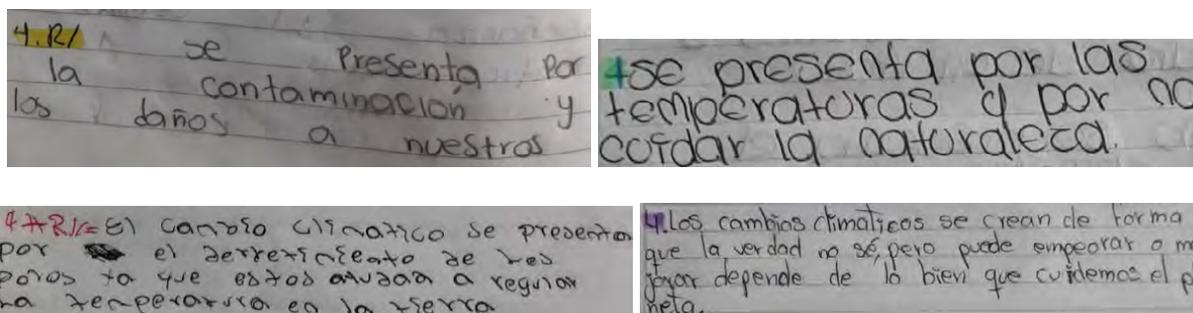


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En estas repuestas se puede evidenciar que algunos estudiantes no logran diferenciar entre el concepto de cambio climático y los diferentes tipos de variabilidad climática. En sus respuestas, algunos de ellos no reconocen que estos cambios se deben considerar en escalas de tiempo mayores. La no diferenciación de estos conceptos resultaría en no reconocer el cambio climático como una problemática frente a la cual se deberían tomar medidas preventivas, de mitigación y adaptativas.

En la figura 10 se muestran algunas respuestas de los estudiantes a la cuarta instrucción del cuestionario: explica por qué crees que se presenta el cambio climático.

Figura 10. Algunas respuestas de los estudiantes a la cuarta pregunta del taller diagnóstico.

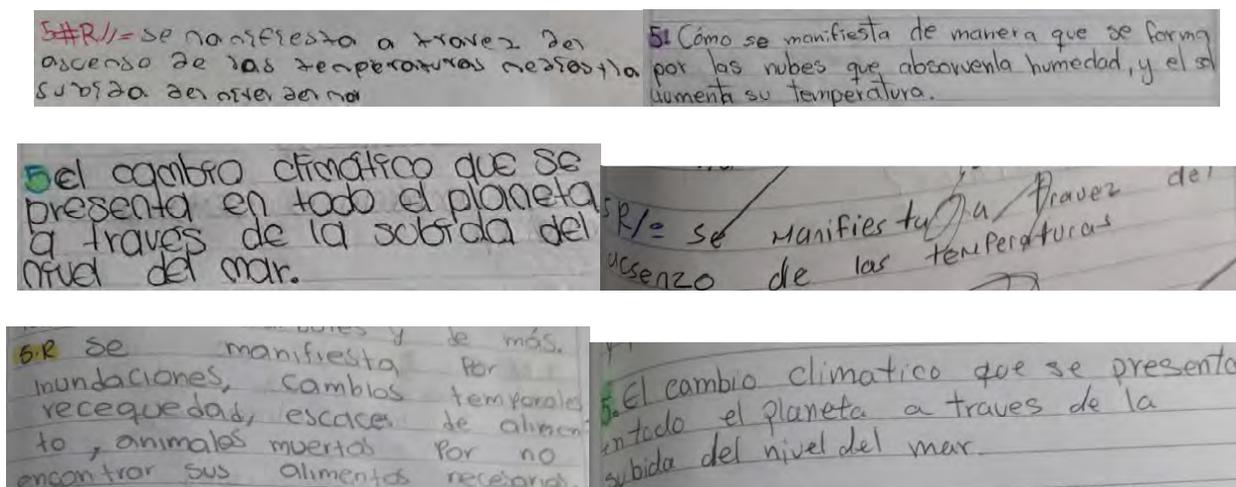


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En las respuestas se nota que algunos estudiantes reconocen las causas del cambio climático como la contaminación y el no respetar a la naturaleza; sin embargo, hay otros que expresan no saber por qué se produce y otros confunden las causas con las consecuencias.

En la figura 11 se observan algunas respuestas de los estudiantes a la quinta instrucción: explica cómo crees que se manifiesta el cambio climático.

Figura 11. Algunas respuestas de los estudiantes a la quinta pregunta del taller diagnóstico.

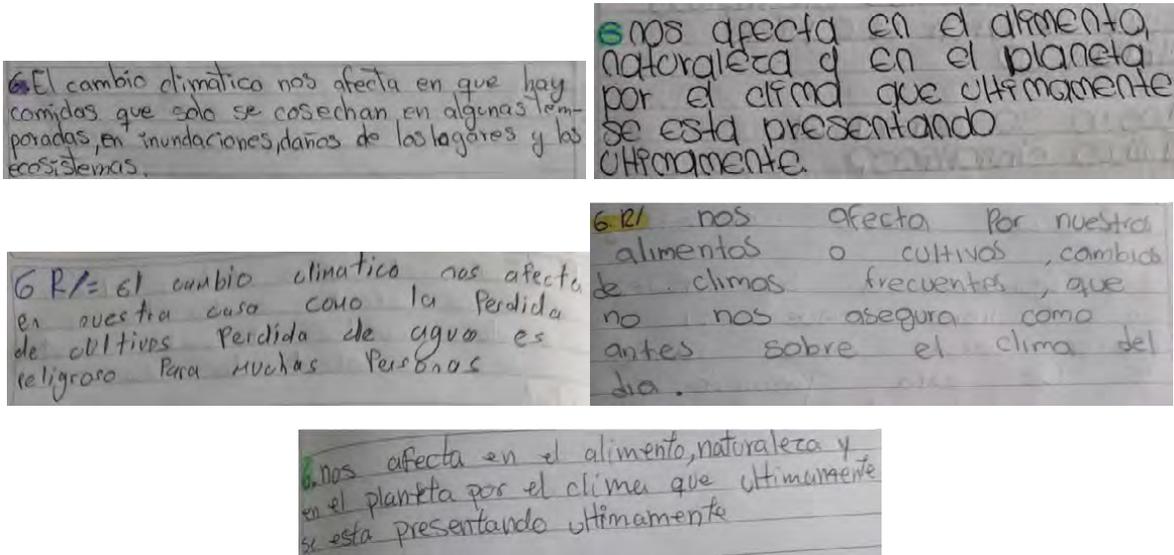


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En este caso, los estudiantes logran identificar algunos de los efectos del cambio climático, como el incremento de la temperatura y el aumento del nivel del mar.

En la figura 12 se pueden observar algunas respuestas de los estudiantes a la sexta instrucción: explica cómo crees que nos afecta el cambio climático.

Figura 12. Algunas respuestas de los estudiantes a la sexta pregunta del taller diagnóstico.

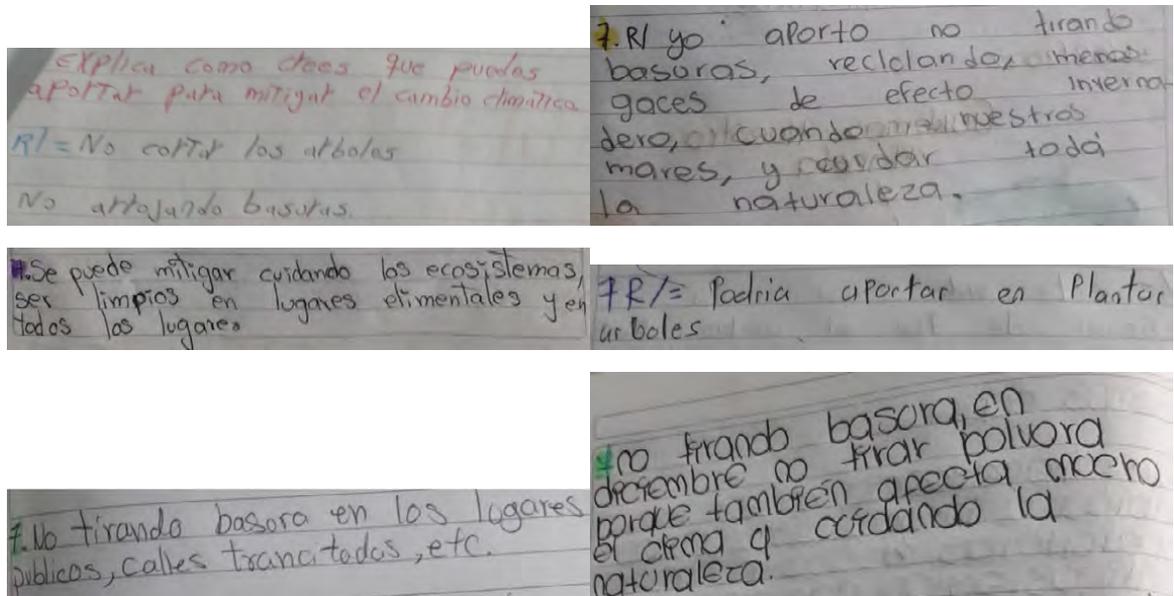


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Las respuestas que brindan los estudiantes a esta pregunta son muy importantes, porque reconocen que el cambio climático influye en las cosechas y en los alimentos que consumimos, lo cual es fundamental para llevar procesos de sensibilización para prevenir, mitigar y adaptarnos al cambio climático.

En la figura 13 se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes a la instrucción siete: explica cómo crees que puedes aportar para mitigar el cambio climático.

Figura 13. Algunas respuestas de los estudiantes a la séptima pregunta del taller diagnóstico.

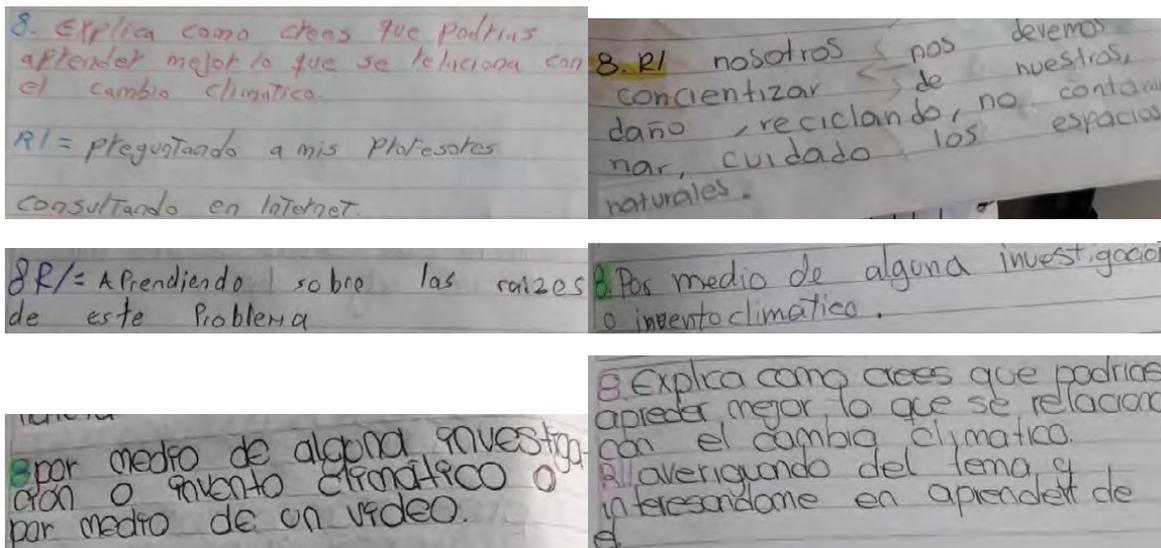


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En estas respuestas se pueden visualizar algunas medidas que aportarían a la prevención y a la mitigación del cambio climático, las cuales pueden ser recopiladas y difundidas entre la comunidad educativa como una iniciativa de los estudiantes.

A continuación, en la figura 14, se pueden leer algunas de las respuestas de los estudiantes a la instrucción ocho: explica cómo crees que podrías aprender mejor lo que se relaciona con el cambio climático.

Figura 14. Algunas respuestas de los estudiantes a la octava pregunta del taller diagnóstico.

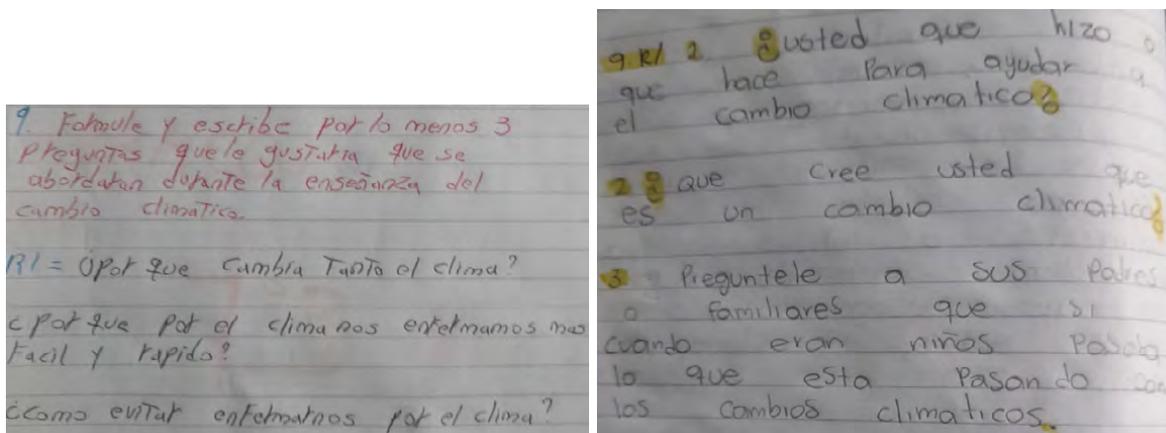


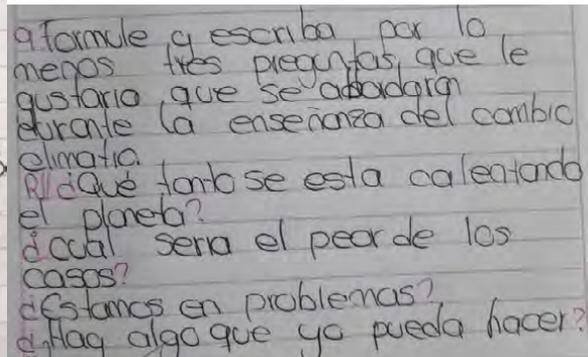
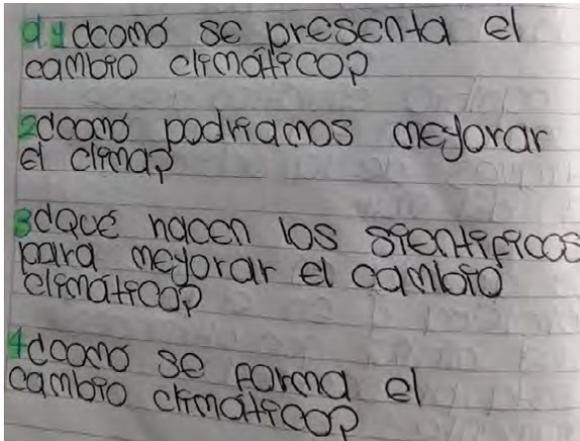
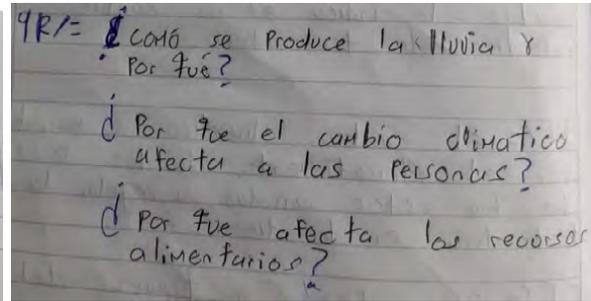
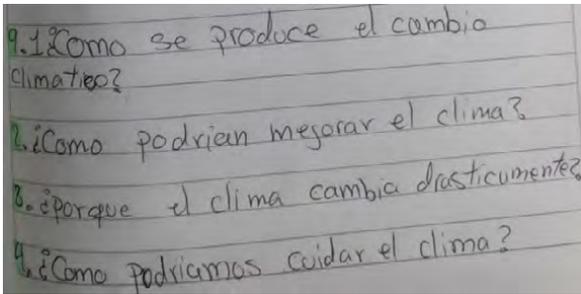
Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En sus respuestas, entre otras medidas para propiciar el aprendizaje sobre el cambio climático, los estudiantes proponen a los procesos de investigación. Esto podría resultar interesante en la medida que el estudiante puede realizar un reconocimiento de los procesos que ocurren en su territorio y generar propuestas alternativas que puedan aportar positivamente en su comunidad.

En la figura 15 se puede apreciar algunas de las respuestas de los estudiantes a la instrucción nueve: formula y escribe por lo menos tres preguntas que le gustaría que se aborden durante la enseñanza del cambio climático.

Figura 15. Algunas respuestas de los estudiantes a la novena pregunta del taller diagnóstico.





Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

De acuerdo con los principios de la TASC, las preguntas que formulan los estudiantes pueden movilizar sus procesos de aprendizaje en torno a la ciencia del cambio climático. Dichas preguntas, incluso, podrían orientar los procesos de enseñanza que se lleven a cabo y fundamentar procesos de investigación que puedan iniciar los estudiantes en algún momento.

Fase de diagnóstico y activación de saberes previos: conversatorio cuestionario abierto

Durante el conversatorio, los estudiantes participaron y profundizaron en las ideas que desarrollaron en el cuestionario. Las preguntas que ellos formularon se convirtieron en unos dinamizadores de la discusión y la activación de otros saberes previos, relacionados con las causas y las consecuencias del cambio climático, propuestas de prevención, mitigación y adaptación, entre otros. Lo anterior reafirma la idea de las preguntas como instrumentos de percepción, la importancia de considerar los conocimientos previos y la posibilidad de generar un intercambio de significados entre los estudiantes como lo ha planteado Moreira (2005).

Fase de introducción: lectura artículo “Conocimiento climático Los principios esenciales de la ciencia climática” y conversatorio

Para desarrollar esta actividad, se imprimió una sola copia del artículo para ahorrar papel y minimizar el impacto ambiental. Los estudiantes se organizaron en parejas y se ubicaron a modo de mesa redonda. A cada par de estudiantes se le entregó una página del artículo que debían leer en un tiempo determinado. Como informe de lectura, los estudiantes debían responder a lo que se muestra en la figura 16.

Figura 16. Guía para el desarrollo de la lectura del artículo y el conversatorio.

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA BARRIO SANTA MARGARITA
	3. LECTURA Y CONVERSATORIO DEL ARTÍCULO “CONOCIMIENTO CLIMÁTICO LOS PRINCIPIOS ESENCIALES DE LA CIENCIA CLIMÁTICA”¹.

Lectura artículo: “Conocimiento climático Los principios esenciales de la ciencia climática”.

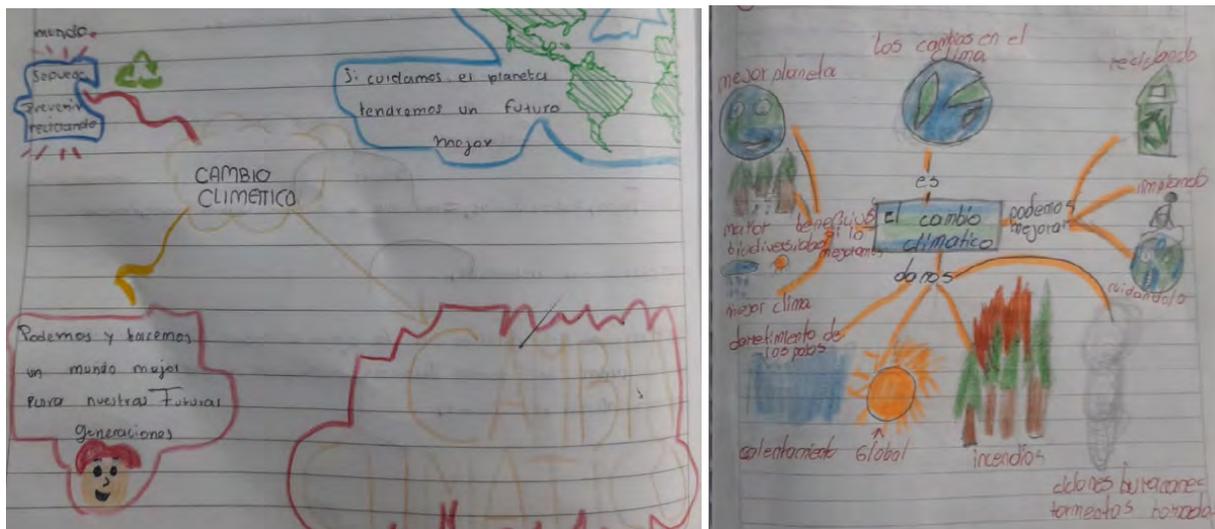
1. Lean el artículo “Conocimiento climático: Los principios esenciales de la ciencia climática”.
2. Identificar y escribir las palabras desconocidas y con su significado. No rayar el material para que otros estudiantes lo puedan usar.
3. Identificar y escribir las ideas que consideren importantes. No rayar el material para que otros estudiantes lo puedan usar.
4. Escribir un informe de lectura en el que hagan una síntesis del texto.
5. Escribir por lo menos cinco preguntas sobre para dinamizar el conversatorio.
6. Realizar un mapa mental sobre el artículo.

Conversatorio sobre el artículo.

En este momento, se pretende que el estudiante se aproxime más al conocimiento relacionado con el cambio climático mediante la conversación sobre el documento leído y usando las preguntas que ellos han formulado como elementos dinamizadores y objeto de aprendizaje.

Para leer cada página, a los estudiantes se les daba un tiempo de cinco minutos, y se verificaba siempre que todos hubieran terminado de realizar la lectura correspondiente. En la figura 17 se pueden observar algunos mapas mentales construidos por los estudiantes.

Figura 17. Algunos mapas mentales construidos por los estudiantes a partir de la lectura.



Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

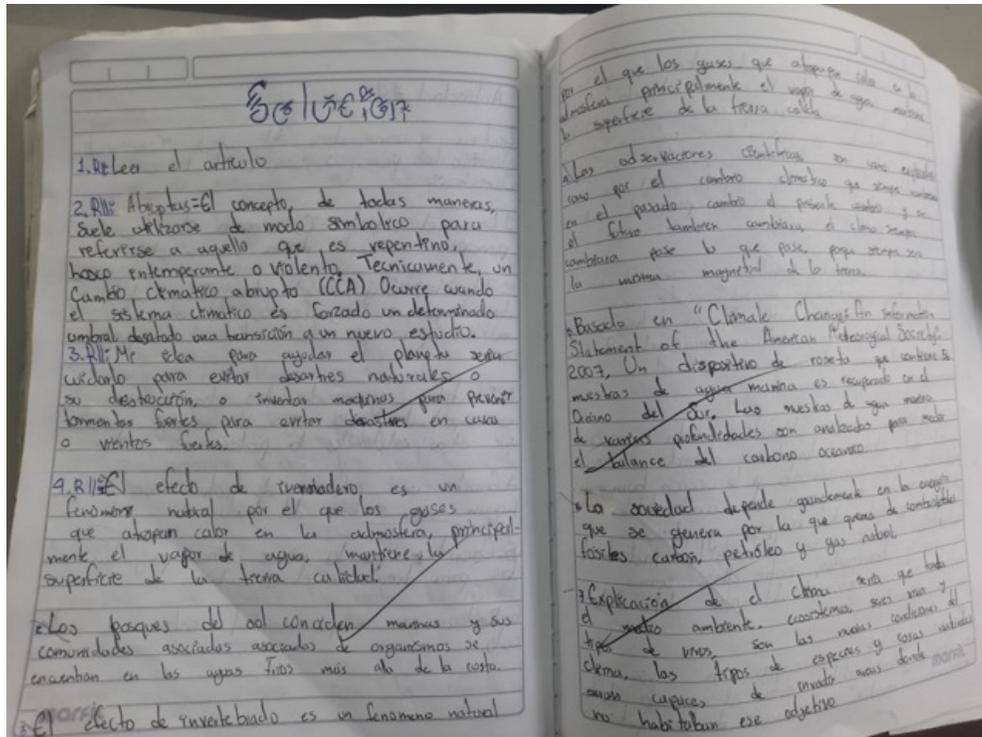
En estos mapas mentales se evidencian diferentes formas de estructurar el conocimiento y permiten visualizar que los estudiantes se comportan como perceptores representadores, como lo enuncia Moreira (2005). En el mapa mental de la izquierda (figura 17) se puede ver: “Cambio climático, si cuidamos el planeta tendremos un mundo mejor, podemos y hacemos un mundo mejor para nuestras futuras generaciones, se puede prevenir reciclando”. De igual manera, en el mapa de la derecha (figura 17) se lee: “el cambio climático es; los cambios en el clima; se puede mejorar reciclando, limpiando, cuidándolo; daños, ciclones, incendios, calentamiento global, derretimiento de los polos; beneficios si mejoramos, mejor clima, mayor biodiversidad, mejor planeta”.

Figura 18. Estudiantes durante el conversatorio. Se les pidió cubrir el rostro.



En la figura 18 se observa a un grupo de estudiantes durante el conversatorio. Este tipo de actividades favorece una disminución de la narrativa por parte del docente y posibilita que el estudiante asuma un rol más activo en su proceso de enseñanza, en la medida que se propicia un intercambio de significados entre ellos, los materiales educativos seleccionados (artículo) y el docente. Asimismo, se descentraliza el proceso de enseñanza del libro de texto, se usan diferentes materiales educativos y se minimiza la utilización del tablero, ya que se usan diversas estrategias educativas.

Figura 19. Respuestas de un estudiante.

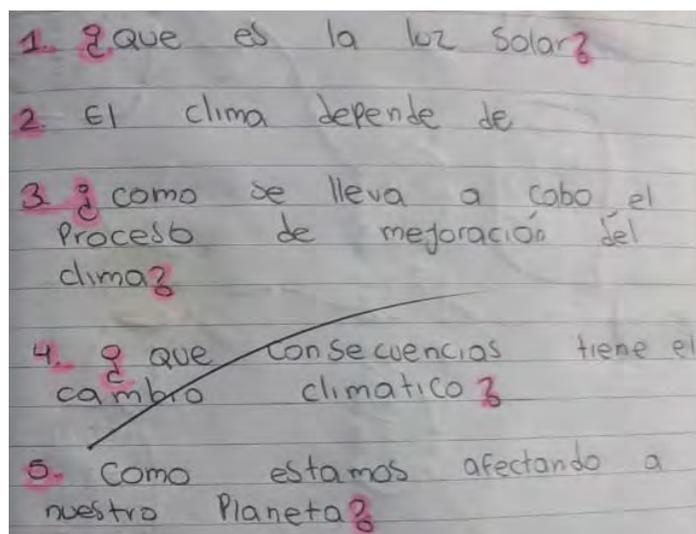
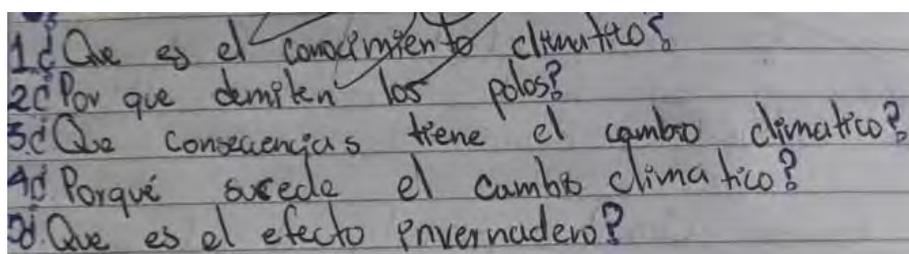


Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Transcripción de algunas respuestas: “2R//: Abruptas: el concepto de todas maneras, suele utilizarse de modo simbólico para referirse a aquello que es repentino, hosco, intemperante o violento. Técnicamente un cambio climático abrupto (CCA) ocurre cuando el sistema climático es forzado un determinado umbral desatado una transición a un nuevo estudio. 3//: Mi idea para ayudar el planeta sería cuidarlo para evitar desastres naturales o su destrucción o inventar máquinas para prevenir tormentas fuertes para evitar desastres en casas o vientos fuertes”.

En las respuestas de los estudiantes se observan diversas formas de apropiación del contenido del artículo, pero lo que resultó ser más relevante de esta actividad fueron las preguntas que ellos formularon, en tanto se convirtieron, una vez más, en elementos que dinamizaron su participación –y, por tanto, ese intercambio de significados–, lo que reafirma lo sugerido por Moreira (2005): las preguntas son elementos de percepción. Aunque algunas preguntas son más complejas, en cada una de ellas se devela una necesidad del estudiante por comprender asuntos relacionados con el cambio climático, específicamente con sus causas, sus consecuencias y posibilidades de mejoramiento del clima. En la figura 20 se pueden leer algunas de esas preguntas formuladas por los estudiantes.

Figura 20. Preguntas formuladas por algunos estudiantes.



Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Fase de introducción. Lectura y preparación de exposiciones temáticas: trabajo colaborativo

Los estudiantes se organizaron en seis equipos de trabajo para preparar la presentación de las exposiciones, según las indicaciones que se muestran en la figura 21. A cada grupo de estudiantes se le asignó un artículo con uno de los seis temas. Los jóvenes realizaron la lectura del tema correspondiente, como control se les pidió escribir y buscar el significado de las palabras desconocidas, escribir las ideas principales y construir un mapa mental a partir de ellas. Posteriormente, debían desarrollar una presentación en Power Point sobre el tema para realizar la exposición.

Figura 21. Indicaciones para la lectura y la preparación de las exposiciones.

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA BARRIO SANTA MARGARITA
	4. LECTURA Y PREPARACIÓN DE EXPOSICIONES TEMÁTICAS: TRABAJO COLABORATIVO.

Los estudiantes se organizan en 6 equipos de trabajo a los que se les asignará un texto sobre uno de los temas propuestos que deberán leer y preparar una exposición que presentarán mediante videos y presentaciones en Power Point, con el acompañamiento y asesoramiento del docente:

Equipo	Temas
1	● Componentes que conforman el sistema climático.
2	● Propiedades que influyen en el clima global del planeta.
3	● Clima, tiempo atmosférico, variabilidad climática, Cambio Climático: conceptos claves en torno al Cambio Climático y la forma en la que se evalúa este fenómeno.
4	● Los gases de efecto Invernadero (GEI) y su influencia en el clima global planetario.
5	● Eventos extremos asociados al Cambio Climático.
6	● Efectos del Cambio Climático sobre el océano y la criósfera.

1. Leer completa y rigurosamente el tema asignado.
2. Escribir en el cuaderno las palabras desconocidas y su significado. Sin rayar el documento (1 punto).
3. Escribir en el cuaderno las ideas principales. Sin rayar el documento (2 puntos).
4. Construya un mapa mental con las ideas principales del tema (2 puntos).
5. Construir una presentación en Power Point en la que incluya texto, imágenes y videos sobre el tema.
6. En la primera diapositiva de la presentación, debe aparecer el nombre del área (Ciencias Naturales y Educación Ambiental), el nombre del profesor (Juan David Galeano Marín), nombre la institución (IE Barrio Santa Margarita, número del equipo, tema y el nombre de los integrantes del equipo).
7. Enviar la presentación al correo: juan.galeano@iebarriosantamargarita.edu.co (2 puntos).
8. Exponer el tema asignado mostrando dominio y responsabilidad (2 puntos).
9. Durante la exposición el grupo debe plantear preguntas y resolver las que el profesor y otros estudiantes formulen.
10. Participar activa y respetuosamente durante las exposiciones de los compañeros (1 punto).

Este tipo de actividades posibilita descentralizar los procesos de aprendizaje del libro de texto, utilizando distintos recursos educativos, como los artículos seleccionados. Esto, adicionalmente, permite que se presente un intercambio de significados entre los estudiantes, el profesor y los materiales educativos, y se propician momentos explicativos en los que el estudiante y el docente asumen una postura dialógica (Moreira, 2005).

Figura 22. Estudiantes durante la lectura y la preparación de las exposiciones.



Fuente: elaboración propia

Durante la preparación de las exposiciones, el estudiante se asume como un perceptor/representador, al tomar un rol más activo en tanto perciben los materiales educativos y los representan. Por eso, durante el desarrollo de esta actividad se les dio la posibilidad de construir un mapa mental sobre el tema que debían exponer y algunos de ellos los usaron durante las exposiciones, como se observa en la figura 22. Asimismo, se procuró que los estudiantes hicieran una conciencia semántica, al atribuirle un significado a las palabras desconocidas, puesto que el lenguaje está implicado de manera directa en todas las formas de percepción, y aprender críticamente es percibir un lenguaje nuevo como una forma de percibir al mundo (Moreira, 2010).

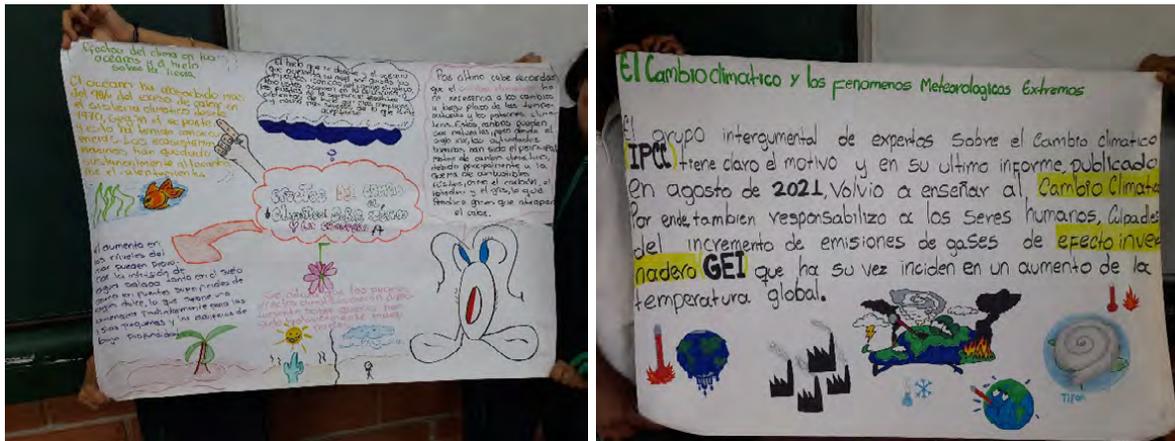
Fase de estructuración: socialización de conceptos mediante exposiciones

Figura 23. Estudiantes durante las exposiciones.



Durante el desarrollo de las exposiciones, los estudiantes mostraron una apropiación de los conceptos relacionados del cambio climático. Esta propuesta resultó ser incluyente en la medida que algunos estudiantes con diversos diagnósticos, como autismo, estuvieron participando durante el desarrollo. Además, se brindó la posibilidad para que los estudiantes hablarán y expresarán las ideas que habían construido sobre el tema asignado, lo que disminuyó en gran medida la narrativa del docente como método de enseñanza y facilitó que se desarrollara un modelo de enseñanza en el cual el estudiante aprenda a aprender, siendo el docente un mediador para favorecer el intercambio y la negociación de significados (Moreira, 2010).

Figura 24. Algunas producciones de los estudiantes para realizar las exposiciones.



Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Algunos de los equipos, aparte de la presentación en Power Point que debían realizar, construyeron otras producciones, como mapas mentales y carteleras, que posibilitaron evidenciar una estructuración de los nuevos modelos explicativos por parte de los estudiantes. Esto es muy importante, puesto que, desde la perspectiva de la TASC de Moreira (2005), el estudiante se asume como un perceptor/representador, en tanto percibe el mundo y lo representa. Así, se busca una percepción de los materiales educativos similar entre el docente y los estudiantes, por lo que la interacción y el cuestionamiento son fundamentales (Moreira, 2005).

Fase de estructuración: experimentos

En un primer momento se pensó que para el desarrollo de esta actividad se tendría el apoyo de los funcionarios del Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburra (SIATA) o de un grupo de alfabetizadores, pero ninguna de las dos opciones fue posible de concretar. Por eso, los estudiantes fueron organizados en equipos de trabajo colaborativo y se les entregó un conjunto de indicaciones para realizar cada experimento. Algunos de ellos lo resolvieron de forma exitosa, pero otros tuvieron mayores dificultades. Aunque de esta forma se movilizaron algunos aprendizajes, se presentó un intercambio de significados y hubo una interacción con los conocimientos previos y los nuevos conocimientos. Es de gran importancia fortalecer el acompañamiento en el desarrollo de este tipo de actividades, mediante asesorías. Dado lo anterior, a los estudiantes que no lograron realizar el experimento en el momento asignado se les dio más tiempo para prepararlo e irlo presentando cuando lo tuvieran listo.

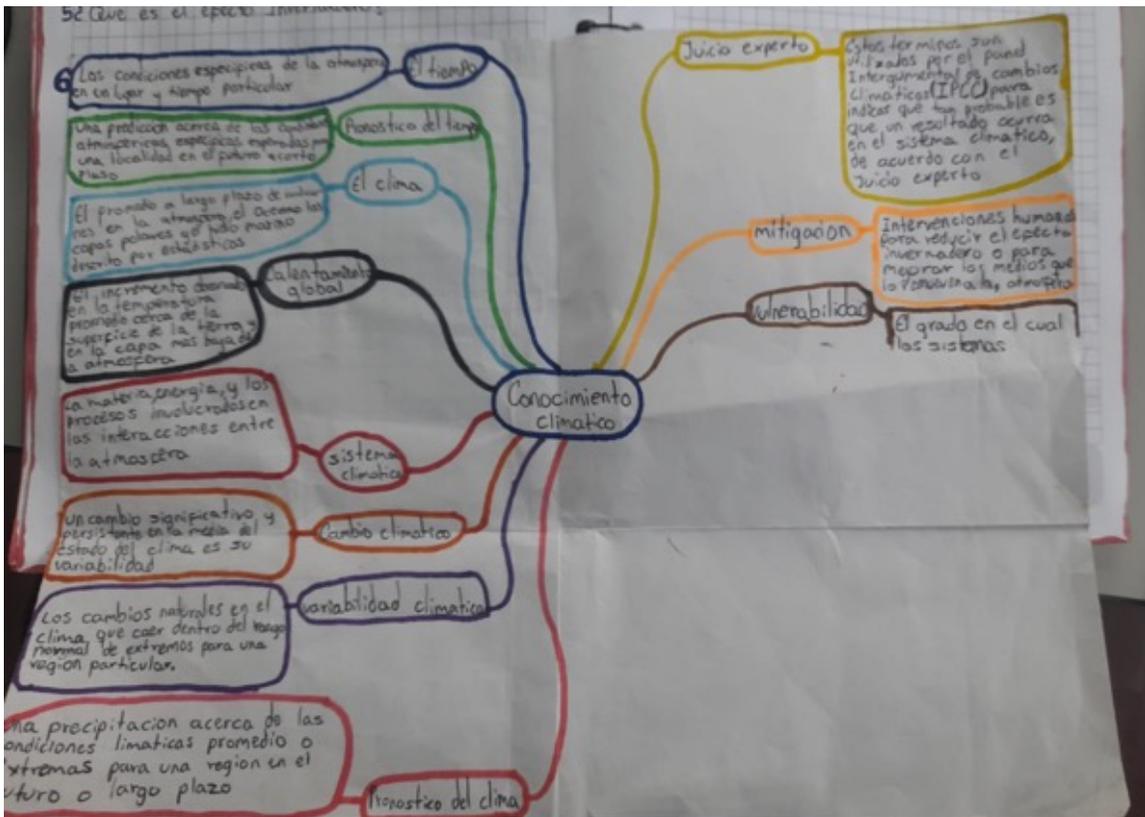
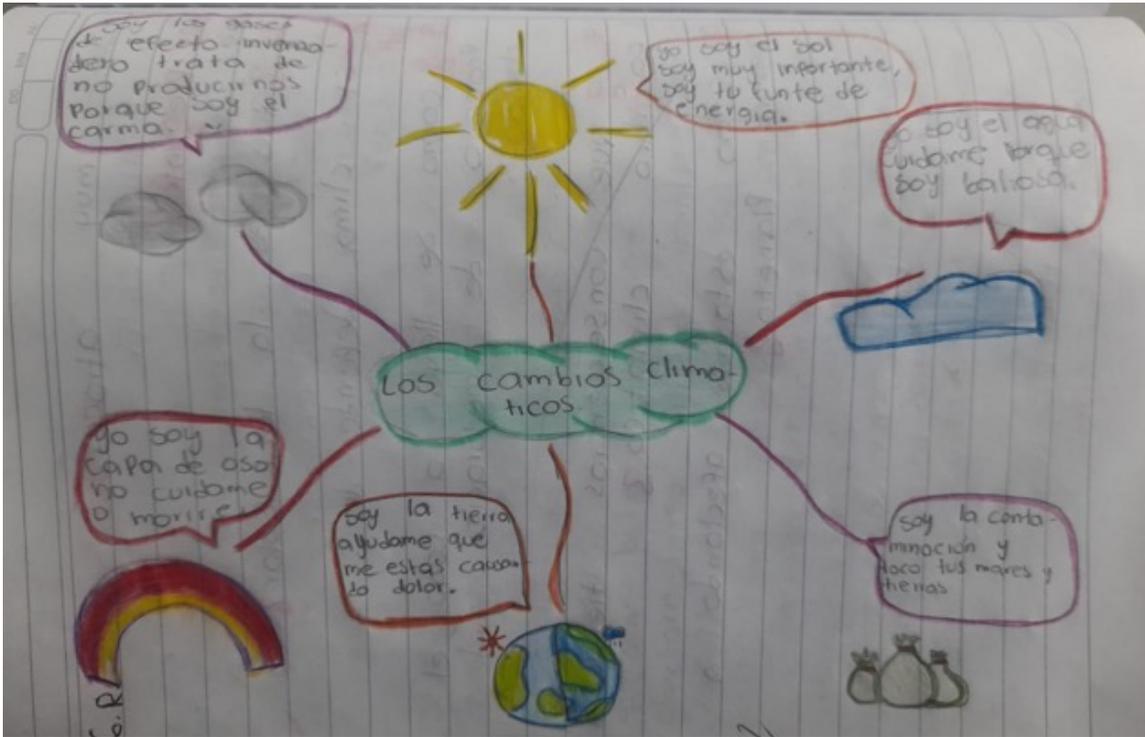
Figura 25. Estudiantes durante los experimentos.



Fase de estructuración: mapa mental

En la figura 26 se pueden apreciar algunos mapas mentales construidos por los estudiantes, en los cuales se evidencia una transformación en la forma que están estructurando los nuevos modelos explicativos.

Figura 26. Algunos mapas mentales construidos por los estudiantes durante la estructuración.



Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Fase de aplicación: caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de los estudiantes

Figura 27. Estudiantes durante la fase de aplicación.



Durante la fase de aplicación, los estudiantes identificaron algunos de los efectos del cambio climático en su contexto. En marzo y abril del 2022, se presentaron eventos extremos de lluvia que ocasionaron inundaciones, deslizamientos y pérdidas de vivienda en algunos de los barrios en los que los estudiantes habitan.

En la figura 28 es posible observar algunas de las tablas construidas por los estudiantes para la caracterización de efectos del cambio climático en su contexto y en la que ellos registran algunos eventos climáticos ocurridos en su comunidad, la fecha aproximada de su ocurrencia, la descripción (cómo ocurrió) y las consecuencias que tuvo este evento en su comunidad. Esta estrategia resulta importante porque se constituye en un proyecto de investigación mediante el cual el estudiante, además de asumir un rol más activo, se apropia de los fenómenos que ocurren en su territorio. Esto posibilita el abandono de la narrativa y diversifica las estrategias y recursos educativos, lo cual constituye el décimo y undécimo principios de la TASC.

Figura 28. Algunas tablas construidas por los estudiantes para la caracterización de efectos del cambio climático en su contexto.

1 Caracterización de efectos del cambio climático en el contexto de las comunidades.

Evento	Fecha aproximada de ocurrencia	Descripción	Consecuencias	Variables meteorológicas asociadas
Fuertes lluvias	12/11/22	Estubo mojado en clase / lluvia	Destrucción	Humedad
Bachotero mucho calor	9/08/22	un calor loco	Falta de alimento	Tormenta
luego de repente clima descontrolado	15/11/22	mucho calor	Inundaciones	Tormenta
Truenos	14/11/22	hace mucho calor de momentos	olas de calor	Pluviómetro
	5/09/22	calor o frío	olas de frío	Veleta
	13/11/22	Truenos	Hurtacanes	cantidad de lluvia

Caracterización de efectos del cambio climático en el Contexto de las comunidades.

Evento	Fecha aproximada de ocurrencia	Descripción	Consecuencias	Variables meteorológicas asociadas
Crecimiento de un pedregal o río...	14/01/22	llovió demasiado duro y creció mucho río, las cosas de otro resque se mojaron	Varios pedregales quedaron con sus cosas por las se mojaron	Fue muy lento ya que toda la noche llovió
Tormenta eléctrica	9/11/22	llovió muy duro y eso afectó la energía en todo el barrio	que todos los aparatos quedaron sin luz durante un rato	Fue demasiado lento ya que se iba y venía la luz, se fue en tres veces
Destrucción en el sector (Mamique)	9/11/22	llovió demasiado duro hubo destrucción y se llevaron cosas (heladeras)	que se llevaron varias cosas y algunas por millos quedaron sin luz	eso fue demasiado rápido ya que nadie lo veía venir
truenos muy duro	2/11/22	Habia una tormenta y truenos duro	quebró varios vidrios de casas	fue rápido y muy estruendoso, por eso muy duro
Personas se quedaron sin empleo	3/10/22	una tormenta azotó con carros ambulantes	se quedaron sin empleo ya que todo se cayó	fue rápido pero para ellos muy lento
Granizo	3/10/22	llovió muy duro y varios techos se dañaron	se mojaron cosas y se dañaron techos	Rápido

Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Fase de aplicación: análisis del porqué ocurren estos eventos en la comunidad

Durante el desarrollo de esta actividad, los estudiantes trabajaron colaborativamente para establecer las posibles causas relacionadas con la ocurrencia de los eventos identificados previamente en la comunidad. En la figura 29 se visualizan algunas tablas construidas por los estudiantes para el análisis del porqué ocurren algunos eventos climáticos en la comunidad. En ellas, los estudiantes registraron el análisis correspondiente a cada uno de los eventos ocurridos en su comunidad e intentaron explicar cuáles son las posibles causas de estos eventos asociados al cambio climático.

Figura 29. Algunas tablas construidas por los estudiantes para el análisis del por qué ocurren algunos eventos climáticos en la comunidad.

2 Análisis del por qué ocurren estos eventos en la Comunidad.

Evento	Fecha aproximada de ocurrencia	Análisis de causas	Cómo se relaciona	Relación con los instrumentos
Fuertes lluvias	12/11/22	el clima no se ordena	Por falta de alimento	Se relaciona Barómetro
Bachano	9/08/22	calentamiento	Por cambios	Se relaciona Termómetro
Mucho calor	15/11/22	los gases de efecto invernadero	Dejo a la capa	Se relaciona Termómetro para medir la lluvia
Huere de repente	14/11/22	el cambio climático	Gases de efecto invernadero	Pluviómetro para medir la lluvia
Clima desordenado	5/9/22	destrucción de la atmósfera	Quedan a las esferas	vela por sus vueltas
Tierras	13/11/22	cambio del clima	Quedan de árboles	Se relaciona por las relaciones

Análisis del por qué ocurren estos eventos en la Comunidad

Eventos	Fecha aprox imada de ocurrencia	análisis de causas y por qué ocurre	Cómo se relaciona con los variables meteorológicas
Fuente aguada	7/11/22	Cambios climáticos	evitando tirar la basura
Desliga viento	6/10/22	por una fuerte lluvia	Evitar no ponerle tanto basura
Contaminación	ocurre todos los días casualmente	Por no ser claro y querer dar beber a	reciclando
Demora eventos	últimamente e a ocurrido mucho	por los cambios y lluvias muy fuertes	Evitar construir en esos terrenos de alto riesgo
Calentamiento	los últimos meses	por los cambios climáticos	evitando los gases de efecto invernadero
Deforestación	el mes pasado	debido al calentamiento global	evitando al medio ambiente

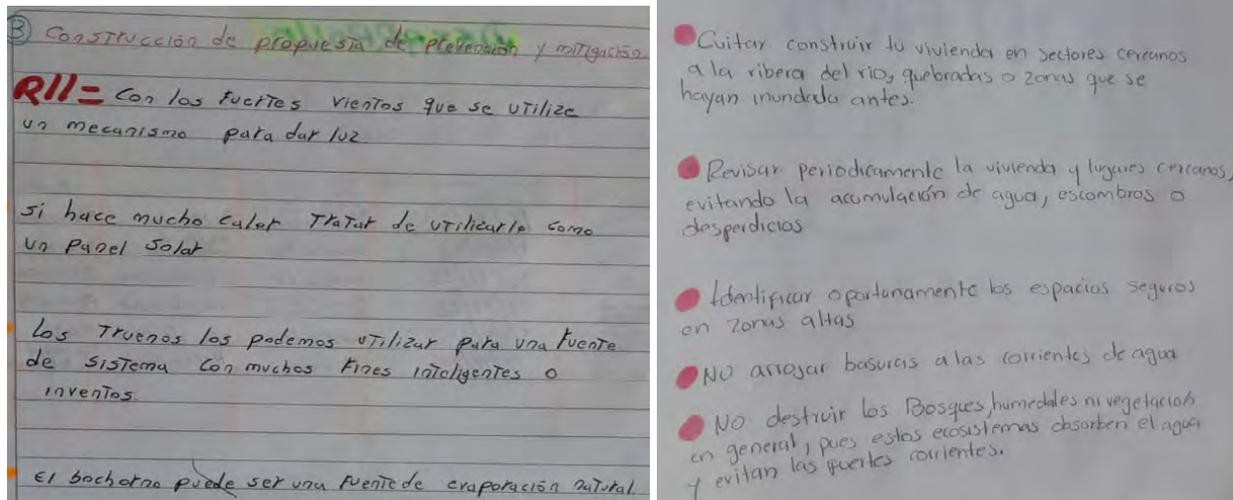
Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

En estas tablas, los estudiantes logran caracterizar algunos de los eventos que podrían estar asociados al cambio climático. No obstante, cuando intentan relacionarlos con algunas variables meteorológicas, se les dificulta y confunden la variable con el instrumento con el que se mide. Por esta razón, es preciso profundizar en los conceptos relacionados con las variables meteorológicas en futuras propuestas de enseñanza.

Fase de aplicación: construcción de propuesta de prevención y mitigación

Después de caracterizar los eventos asociados al cambio climático, sus consecuencias y sus causas, los estudiantes construyeron algunas propuestas de prevención y mitigación con su comunidad. En la figura 30 se observan algunas de ellas.

Figura 30. Algunas propuestas construidas por los estudiantes mitigar, prevenir o adaptarse a los efectos del cambio climático en su contexto.



Fuente: fotografías tomadas de los apuntes de los estudiantes.

Entre las propuestas de los estudiantes, sobresalen algunas que posibilitarían procesos de adaptación y mitigación al cambio climático. Sin embargo, algunas de las ideas de los estudiantes en pocas ocasiones se ponen en práctica por algunas personas del contexto, por lo que se hace necesario difundirlas continuamente entre la comunidad educativa.



Fotografía
Gonzalo M. A. Bermudez

MODELOS MENTALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ACERCA DE EVOLUCIÓN

Mental Models in University Students about Evolution

Modelos mentais em estudantes universitários sobre evolução

Ingry Johana Díaz-Castro* 

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2023
Fecha de aprobación: 15 de marzo de 2024

Cómo citar:

Díaz-Castro, I. J. (2024). Modelos mentales en estudiantes universitarios acerca de Evolución, *Bio-grafía*, 17(33), 70-88. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19251>

Resumen

La evolución no se abarca a profundidad porque las teorías propuestas son controvertidas y muchas veces se opone a las concepciones de docentes y estudiantes, lo que evidencia que en las áreas disciplinares de botánica y zoología no se implementa a profundidad el tema. Por lo tanto, se pretende conocer los modelos mentales de seis estudiantes de cuarto semestre de la Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas sobre la evolución, tomando las percepciones como modelos mentales, según la teoría de Johnson- Laird, complementándose con la propuesta de preguntas mediadoras realizada por Márquez *et al.* (2004).

La información recopilada se obtiene mediante la investigación cualitativa, desde un paradigma hermenéutico interpretativo, usando el estudio de caso como tipo de investigación y la triangulación de datos para el análisis de la información. La indagación se desarrolla en tres fases que permiten conocer los modelos mentales de los estudiantes mediante un esquema gráfico, uno conceptual y una entrevista, que son trianguladas para el análisis de los datos obtenidos. Se demuestra la afinidad de los sujetos por el modelo sintético, por lo cual es necesario obtener modelos deducidos y subcategorías para acoger y categorizar todos los datos obtenidos. Finalmente, se establece el uso de conceptos que no solo se enmarcan en un modelo único establecido, lo que evidencia que los estudiantes usan los modelos mentales de acuerdo con el fenómeno al cual quieren darle explicación.

Palabras claves: indagación; zoología; modelos mentales; preguntas mediadoras; percepción

* Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. cingryd@udistrital.edu.co

Abstract

Evolution is not covered in depth because the proposed theories are controversial and often oppose the conceptions of teachers and students. It has been observed that the subject is not deeply implemented in the disciplinary areas of botany and zoology. Therefore, this study aims to know the mental models of six fourth-semester Biology students at the Universidad Distrital Francisco José de Caldas regarding evolution, using perceptions as mental models according to Johnson-Laird's theory, complemented with the proposal of mediating questions proposed by Márquez et al. (2004).

The information gathered is obtained through qualitative research, from a hermeneutic interpretative paradigm, using the case study as the type of research, and data triangulation for information analysis. The inquiry is developed in three phases that allow for understanding the students' mental models through a graphic scheme, a conceptual one, and an interview, which are triangulated for data analysis. The affinity of the subjects for the synthetic model is demonstrated, necessitating the derivation of models and subcategories to accommodate and categorize all the obtained data, to finally establish the use of concepts that are not only framed within a single established model. This demonstrates that the students use mental models according to the phenomenon they wish to explain.

Keywords: inquiry; zoology; mental models; mediating questions; perception

Resumo

A evolução não é abordada em profundidade porque as teorias propostas são controversas e muitas vezes se opõem às concepções de professores e estudantes. Observa-se que o tema não é profundamente implementado nas áreas disciplinares de botânica e zoologia. Portanto, este estudo visa compreender os modelos mentais de seis alunos do quarto semestre de Licenciatura em Biologia da Universidade Distrital Francisco José de Caldas sobre evolução, tomando as percepções como modelos mentais segundo a teoria de Johnson-Laird, complementada pelas perguntas mediadoras propostas por Márquez et al. (2004).

As informações coletadas foram obtidas por meio de pesquisa qualitativa, a partir de um paradigma hermenêutico interpretativo, usando o estudo de caso como tipo de pesquisa e triangulação de dados para análise da informação. A investigação foi desenvolvida em três fases que permitem conhecer os modelos mentais dos alunos através de um esquema gráfico, um conceitual e uma entrevista, que são triangulados para análise dos dados. Demonstra-se a afinidade dos sujeitos pelo modelo sintético, sendo necessário derivar modelos e subcategorias para acomodar e categorizar todos os dados obtidos, para finalmente estabelecer o uso de conceitos que não estão apenas enquadrados em um único modelo estabelecido. Isso evidencia que os alunos usam modelos mentais de acordo com o fenômeno que desejam explicar.

Palavras-chave: indagação; zoologia; modelos mentais; perguntas mediadoras; percepção



Introducción

La teoría evolutiva es el eje central de la biología moderna, que ha influido en el aspecto de la biología como ciencia; ha permitido un panorama claro del avance de esta disciplina y ha sido mediadora de áreas sociales y filosóficas. Por eso, Ruiz *et al.* (como se citó en González, 2015) indica la posibilidad de que aparezcan interpretaciones erróneas de los conceptos científicos sobre evolución, dándole un mal uso por el poco conocimiento que se tiene sobre el tema y la confusión que se genera por contextos éticos y sociales con el contexto científico. Por esto es importante establecer una relación estrecha entre la educación y la ciencia biológica para que se encamine el aprendizaje en evolución de manera apropiada, pues es un desafío que tiene la enseñanza y el aprendizaje de la biología evolutiva, para que desde el diseño curricular se comprenda y se den a conocer las causas de cómo los seres vivos funcionan, se comportan, se reproducen y tienen la forma que tienen y no otra (Mayr, como se citó en González, 2015). Por ello, en la tabla 1 se muestran los principales postulados que conforman las diversas teorías evolutivas, las cuales permiten entender que la evolución no solo es un tema más, sino que debe manejarse como un fenómeno que permite entender el origen y la historia de los acontecimientos biológicos que estudia la biología (González y Martín, como se citó en González, 2015).

Consecuentemente, la enseñanza de la teoría evolutiva tiende a censurar la historia o el hilo conductor, pues se habla de un único exponente y no se hace una profundización sobre el porqué de esta teoría ni se tiene en cuenta el hecho de que las teorías surgen de reconstrucciones de varias personas en diferentes momentos históricos, que aportan para alcanzar un conocimiento con bases fundamentadas en diferentes momentos y contextos (Sanz, 2007). De igual forma, es de considerar el poco manejo del tema que tienen los estudiantes y futuros docentes, que a partir de sus modelos mentales, contruidos a lo largo de su experiencia educativa, han formado una representación que les permite liberarse de la extensa explicación del tema, y las consecuencias personales y profesionales que refutan teorías arraigadas en los contextos culturales y sociales en que están sometidos (Fernández y Sanjosé, 2007), dejando a un lado la verdadera importancia del aprendizaje de la teoría de la evolución. Esta es necesaria para comprender conceptos esenciales en el aprendizaje de la biología –como la especiación, los sistemas de clasificación, el flujo genético, entre otros conceptos–, donde se imparte el conocimiento pensando solo en el concepto, se deja a un lado un entendimiento más profundo y, por ende,

se limita el conocimiento del estudiante (Sharmann, como se citó en Sánchez, 2000).

Al hablar de evolución, se genera un debate que hace parte del quehacer científico porque se deja ver como un conocimiento verdadero e indiscutible. Al mostrarle al estudiante el disenso que hay en el ámbito científico, y dejarle claro que es algo normal y necesario, se logra reconstruir la imagen de la ciencia, lo que permite el acercamiento a temas centrales de la biología, dando cuenta de los cambios que esta sufre, y motivar al estudiante para que establezca una relación con estas disciplinas (Folguera y Galli, 2012). Por consiguiente, las representaciones que les permiten a los estudiantes dar explicación sobre la evolución demuestran la dificultad que tienen para entender el tema, pues consideran que el motivo que establece el surgimiento de los cambios visibles en las especies tiene como objetivo último la sobrevivencia y dejar descendencia, sin tener en cuenta el azar y los diferentes mecanismos evolutivos que intervienen (Fernández y Sanjosé, 2007).

Si bien es de interés reconocer la importancia que tiene para la enseñanza de la biología el aprender sobre evolución, mostrar la historia que subyace de cada postulado, así como del mismo nacimiento de la biología como ciencia, es imperativo considerar la relevancia que tienen los modelos mentales para el aprendizaje de los modelos científicos, ya que son los mediadores entre la teoría y el mundo, y permiten entender los fenómenos externos. Sin embargo, estos no son concebidos entre un solo modelo, porque son diferentes los niveles de comprensión del mundo y no toda construcción sirve para dar explicación de algún acontecimiento en particular. Por lo tanto, la principal función de los modelos mentales es permitirle al sujeto explicar y crear supuestos del sistema que representa, lo cual es funcional para el sujeto que los construye (Greca y Moreira, 1998).

Dado que el concepto de evolución tiene diversos significados, desde lo cotidiano de cualquier cultura hasta el ámbito educativo e investigativo, los estudiantes entran en conflicto debido al proceso de aprendizaje sobre sus creencias, costumbres y tradiciones en las que este está inmerso (Schilders *et al.*, 2007). Por tal razón, es posible que los estudiantes manejen dos versiones conceptuales de forma simultánea: una les permite desenvolverse desde el ámbito educativo y la otra les da la oportunidad de interactuar con el mundo desde un punto de vista alternativo. Por esto, conforme se avanza en los niveles académicos, es posible evidenciar el uso de la teoría lamarckiana para justificar la evolución, se emplee de mejor manera la teoría darwinista o se explique la evolución desde las creencias religiosas

(Fernández y Sanjosé, 2007). Teniendo en cuenta lo anterior, Jalil (2009) menciona que los estudiantes y docentes ponen en juego sus creencias y conocimientos en el contexto escolar, para evitar problemas por evasión del conflicto científico-religioso que hay sobre ese tema. No obstante, la pugna entre teorías se media por su integración, ya que la vida está por gracia divina, pero evoluciona; es decir, se tiene la noción de evolución, pero es determinada y dirigida por intervención de Dios.

Por otra parte, los modelos tienen diversas aplicaciones: existen por las intenciones que el sujeto crea y dispone de ellos para el fin que los creó, asignándoles un significado. Los modelos a trabajar en esta investigación son los mentales, pues son el puente entre el sujeto y el mundo, donde las concepciones internas del sujeto se expresan a través de representaciones externas. Para Johnson-Laird, el razonamiento se da con los modelos mentales, debido a que la mente humana trabaja con ellos, manejándolos como piezas cognitivas que se pueden combinar de varias formas y que representan las situaciones a partir de sus atributos más distinguidos (Rodríguez y Moreira, 1999). Por lo anterior, los modelos son abordados desde la teoría de Johnson-Laird, porque considera cuatro claves que permiten justificar el carácter explicativo y predictivo para evitar declaraciones mágicas: mente computacional, procedimientos efectivos, revisión recursiva y modelos mentales. Como lo explican Rodríguez y Moreira (1999), el planteamiento de Johnson-Laird considera la mente con capacidad de manejar caracteres y códigos específicos, que permiten procesar información en un lenguaje propio, lo que él denomina mente computacional. Para tener dicha funcionalidad, la mente opera por medio de los procedimientos efectivos, lo que lo convierte en un sistema con resultados previsibles, de modo que se puedan establecer deducciones e inferencias sobre su conducta, y de la cual hace parte la revisión recursiva, pues permite contrastar las representaciones que posibilitan la interacción con el mundo. Teniendo en cuenta lo anterior, este mecanismo debe ser rápido, adaptable y funcional, lo que permite construir los modelos mentales como análogos estructurales del mundo, que dan respuesta por medio de las representaciones externas.

Para el análisis de las representaciones que se pueden llegar a obtener, Johnson-Laird señala tres formas, de distinta índole, en las que opera la mente humana. Por un lado, están las proposiciones como expresión del contenido de los conceptos y las relaciones entre ellos (Benítez y Zepeda, 2018). Estas son expresadas de manera verbal y unidas entre sí dan lugar a representaciones predictivas y explicativas; es decir, un modelo mental (Rodríguez *et al.*, 2001). Finalmente, las imágenes

como aspectos visuales del modelo muestran los componentes perceptibles de una situación, siempre desde la perspectiva del observador (Benítez y Zepeda, 2018). Por consiguiente, la elección de conceptos, el uso de la información empleada y la instauración de inferencias y deducciones se enmarcan en el esquema del discurso; el uso y la relación de conceptos, así como la jerarquización del contenido, son situados en el esquema del mapa conceptual; y, por último, el dibujo como esquema de interpretación contempla los conceptos seleccionados, el diseño elaborado, la estructura y la complejidad de la imagen (Rodríguez *et al.*, 2001). Esto brinda las bases para la creación de las categorías de análisis usadas en esta investigación, con el fin de interpretar las creaciones, deducir y establecer las inferencias que han generado los estudiantes, pues es una aproximación a sus representaciones internas sobre evolución.

En conjunto con los modelos mentales, se utilizan las preguntas mediadoras propuestas por Márquez *et al.* (2004), ya que favorecen el proceso de modelización al estimular y replantear la respuesta para la pregunta que se formula. Incluso, promueve el razonamiento deductivo, que posibilita nuevas interpretaciones y favorece la construcción de modelos desde el planteamiento de preguntas específicas que aborden fenómenos concretos, y conduzcan a una respuesta estructurada y argumentada, la cual crea un puente entre la teoría y la observación del fenómeno, lo que, en últimas, permite establecer diferencias, refutar o extender las explicaciones científicas. Estas preguntas mediadoras tienen tres características que permiten la orientación de modelización en el sujeto: deben ser (I) dinámicas, favoreciendo así la visión activa del fenómeno a partir del sistema y su ambiente, y considerando el orden-desorden y la estabilidad o cambio en el tiempo, con el fin de evitar que se cierre un proceso de manera puntual; (II) focalizadoras, ya que la pregunta debe partir de un fenómeno global contextualizado para ubicarse desde una mirada concreta que le permita tomar el fenómeno; y (III) escalares, puesto que a partir del nivel de organización del fenómeno, la explicación debe tener niveles que permitan una relación macro y micro; es decir, que a partir de donde se sitúe el problema, las respuestas deben establecer relaciones con niveles superiores o inferiores del fenómeno estudiado. Generalmente, se tiene presente que las preguntas son multicausales y tiene diversos efectos, pero se tiende a responder con una causa única, por eso es necesario realizar preguntas específicas relacionadas con casos concretos que aborden fenómenos desde la óptica compleja, lo que favorece la construcción de modelos en el sujeto (Márquez *et al.*, 2004). En adición, es pertinente implementarlo para conocer los modelos mentales, porque

buscar respuestas a una pregunta estimula a replantear las observaciones realizadas o a proponer una observación que permita dar una respuesta pertinente. En pala-

bras de Márquez *et al.* (2004), “las preguntas mediadoras son productivas, al activar de manera creativa, inédita y no reproductiva los propios conocimientos” (p. 78).

Tabla 1. Autores principales sobre teorías evolutivas.

Autor	Descripción
Teología (religión católica)	La creación del hombre se debe a Dios, pues es su imagen y semejanza, ocupando un único lugar para unir lo espiritual con lo material (Vaticano, s.f.).
Aristóteles	El esencialismo como explicación de la formación de entidades, que tiene esencia propia y permite diferenciarlas, pues tienen características inmutables (De Haro, 1999).
Georges- Louis Leclerc Buffon	Hace referencia a un “molde interior”, el cual protege la forma. Hay una acción directa del ambiente sobre los individuos, lo que posibilita la absorción de moléculas y la creación de nuevos organismos (la nutrición y el crecimiento) (Galfione, 2013).
Carl Linneo	Admite que las especies no cambian, y si lo hacen es por cataclismos o nuevas creaciones, a pesar del sistema de clasificación a partir de la semejanza entre las especies que creó y que sentaron las bases de la evolución (Ramírez, 2007).
Jean Baptiste Antonie Pierre de Monet, caballero de Lamarck	El ambiente es el que estimula el cambio en los organismos, el deseo inconsciente y ascendente que tienen las especies de volverse cada vez más complejas, de manera lineal. El uso y desuso de órganos daba para desarrollarlos o desaparecer, los cuales se adquirían por la descendencia (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], s.f).
Georges Cuvier	Catastrofismo como proceso en el cual había extinción por catástrofes naturales, pero el tiempo no evidencia cambio en los organismos. Sin embargo, sentó las bases de la paleontología y anatomía comparada (De Haro, 1999).
Charles Darwin- Alfred Wallace	Explican la diversidad de la vida debido a la selección natural, causante de la evolución, donde la selección sexual es de gran importancia (Glickman, 2009).
Oparin	Explica el origen a partir de simples moléculas como aminoácidos, agua, temperatura y otros factores que permitieron la vida para llegar a organismos más complejos (Oparin, 2022).
Lynn Margulis	Propone la teoría endosimbiótica, la cual indica que determinadas características de mitocondrias y cloroplastos –como la presencia de ADN, la producción de un ARN, la capacidad de división mediante fisión simple– dieron paso al origen de organelas eucariontes (Schnek y Curtis, 1977).
Teoría sintética o neodarwinismo	Integración de ciencias como genética, sistemática y la paleontología para explicar la variación biológica (Campos <i>et al.</i> , 2003).

Las teorías de evolución en el ámbito universitario se tratan desde las áreas disciplinares del nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se hace énfasis en las áreas de zoología y botánica porque son disciplinas que, según el *syllabus* de cada una de ellas, manejan la evolución a partir de su grupo biológico de estudio. En los campos disciplinares de la carrera, el área de biología celular, vista en el primer semestre, se emplea el origen de la vida desde la teoría de Oparin, la cual trata de la evolución celular por medio del enlace de biomoléculas (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016c). En segundo semestre, el área disciplinar de Zoología de Invertebrados tiene descrito en el *syllabus* el tema

sobre las nociones de evolución, utilizando la anatomía comparada, la analogía y la homología para evidenciar la evolución en la teoría y práctica, además maneja los criterios de clasificación que Linneo propuso (Universidad Francisco José de Caldas, 2016d). En ese mismo periodo académico, el campo de estudio de Botánica I maneja el concepto de evolución desde las diferencias entre las células eucariotas y procariotas, específicamente observando los orgánulos adquiridos por las algas a través del tiempo (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016a). Desde la Zoología de Vertebrados, la cual se ve en tercer semestre, se propone en el *syllabus* el manejo de la filogenia y la diversificación para evidenciar la evolución de los animales vertebrados, partiendo de

las novedades estructurales, adaptativas y funcionales (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016e). Por último, y en el mismo semestre, se ve Botánica II, la cual clasifica la evolución de las plantas de acuerdo con su reproducción, ubicándolas en dos grandes grupos: las plantas con semilla desnuda y sin ovarios, y las plantas con ovarios, donde se encuentran los óvulos (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016b).

La presente investigación pretende conocer los modelos mentales sobre evolución de estudiantes universitarios que pertenecen a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por lo cual se indaga en el plan de estudios de áreas disciplinares de cuarto semestre, donde es evidente que no hay un manejo explícito de este tema, y en el que, hasta ese periodo académico, tampoco hay un área enfocada a la evolución biológica, la cual es fundamental para el desarrollo del conocimiento en biología. De acuerdo con lo anterior, para conocer los modelos mentales de los estudiantes universitarios se emplea el enfoque cualitativo desde un paradigma hermenéutico-interpretativo; y como técnica de investigación, el estudio de caso. Además, para el análisis de datos se recurre a la triangulación de datos. Por lo tanto, la investigación es desarrollada en tres momentos:

- Fase 1. Revisión teórica de los referentes metodológicos: modelos mentales y categorías de análisis, según Johnson-Laird, preguntas mediadoras, paradigma hermenéutico-interpretativo y el estudio de caso como técnica de investigación; y los referentes conceptuales: las teorías evolutivas y los *syllabus* de cada área disciplinar. Además, se realizó la propuesta y elaboración de los instrumentos que más adelante es desarrollada.
- Fase 2. Acercamiento a los estudiantes para explicar la investigación y, posteriormente, se aplican los instrumentos diseñados de manera virtual e individual. Al finalizar las reuniones, se transcriben las entrevistas y se organizan por estudiante las imágenes y los mapas conceptuales.
- Fase 3. Se categorizan las representaciones obtenidas por cada instrumento, según los modelos propuestos, y se analizan mediante la triangulación de los datos. Nuevamente se realiza una triangulación para acoger toda la información obtenida a partir del primer análisis, para finalmente elaborar los modelos deducidos y sus respectivas subcategorías.

Materiales y métodos

En esta investigación participaron seis estudiantes pertenecientes al proyecto curricular de Licenciatura en

Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Debían estar en cuarto semestre, haber visto o estar cursando las materias de biología celular, zoología de invertebrados y vertebrados, y botánica I y II. Estas materias corresponden al plan de estudios del proyecto curricular hasta cuarto semestre. Además, el entorno en el que se desarrolló la investigación fue únicamente virtual, debido al distanciamiento social que obedecía a la pandemia de COVID-19. Por tal razón, los encuentros con los sujetos de estudio fueron mediante llamadas en línea a través de la plataforma de Google Meet. Se les explicaba los tres instrumentos a realizar y se les sugería que respondieran las preguntas con base en sus conocimientos, sin apoyarse en otras fuentes de información o apuntes propios.

Enfoque metodológico

El paradigma hermenéutico interpretativo tiene nociones de comprensión, significado y acción que permiten profundizar en la conducta humana, interpretando las situaciones –qué significan para ellos las intenciones, creencias y motivaciones que los guían–, ya que comprende las dimensiones subjetivas como realidades, centrándose en lo particular de los fenómenos sin realizar generalizaciones y comprendiendo las razones de los sujetos para percibir la realidad de una forma determinada. También interpreta los hechos desde deseos, intereses y expectativas del sujeto, quien, a partir de la metodología, recurre a la observación, entrevistas y otros métodos menos estrictos. Adicionalmente, este paradigma comprende la educación como proceso social, pues es una experiencia vivida entre los involucrados, y recalca que debe haber transformación en los docentes para cambiar la práctica educativa (Barrero *et al.*, 2011).

Por otro lado, esta investigación tiene un enfoque cualitativo porque permite una exploración apropiada cuando se interesa en el significado de las experiencias, las percepciones internas e individuales de las personas, teniendo en cuenta el ambiente en donde ocurre el fenómeno a investigar. Esto es útil cuando el tema a indagar es difícil de medir, pues a pesar de realizar una revisión de la literatura que proporcione información sobre el fenómeno, el planteamiento cualitativo se basa en el proceso de recolección y análisis, en el cual el investigador es quién hace su propia descripción y valoración de los datos (Hernández *et al.*, 2010).

Se opta por este enfoque debido a que permite comprender y profundizar los fenómenos a investigar desde el punto de vista de los sujetos de estudio, ahondando en las experiencias, opiniones y significados que de forma

subjetiva ellos tienen de la realidad. Al ser una investigación cualitativa, hay que indagar sobre lo que se quiere investigar, por eso se deben considerar todos los aspectos relacionados con el tema, así como la población a la que va dirigido el estudio (Hernández *et al.*, 2010). Este enfoque de investigación cualitativa maneja dentro de ella el estudio de caso, al tener propiedades subjetivas que permiten una fidelidad en los resultados de los modelos mentales que se quieren indagar; es decir, permite obtener información de calidad del fenómeno desde la perspectiva del individuo. Es importante considerar que el estudio de caso permite registrar y medir la conducta de los sujetos involucrados en el fenómeno. Los datos se obtienen a partir de fuentes –como documentos, entrevistas y observaciones directas– que no se limitan a una información verbal obtenida con un cuestionario (Martínez, 2006). Adicionalmente, ostenta una unidad principal de análisis con casos múltiples, es decir que se indaga el

mismo fenómeno en varios individuos (Urrea *et al.*, 2014). Como lo precisa Chetty (citado en Martínez, 2006), el estudio de caso es una metodología rigurosa porque permite estudiar un fenómeno desde distintos puntos de vista, lo que permite obtener un conocimiento más amplio sobre él. Esta metodología hace posible llegar a explicaciones e hipótesis partiendo del análisis de los instrumentos, que se ajusta al marco teórico de referencia para poder comprender el fenómeno y los factores que influyen en él (Rodríguez y Moreira, 1999).

Instrumentos

Según las categorías de análisis que propone Johnson-Laird, en esta investigación se pretende indagar sobre algunos criterios desde las proposiciones y las imágenes que permitan obtener de forma clara y precisa los modelos mentales de los sujetos de estudio.

Tabla 2. Categorías de análisis.

Categorías de análisis	¿Qué se indaga?
Proposiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de conceptos técnicos sobre evolución. 2. Conocimiento y manejo de la teoría desde la que se encuentra ubicado. 3. Capacidad deductiva y explicativa. 4. Influencias socioculturales.
Imágenes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor claridad de algún referente conceptual que le permita crear una representación gráfica. 2. Observar si maneja una sola teoría o relaciona varias a la vez. 3. Relación entre lo macro y micro.

Nota. Categorías que se analizan en esta investigación de acuerdo con la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird, propuesta en 1983.

Para clasificar los modelos mentales de los sujetos se proponen cinco modelos que se basan en las teorías hasta hoy planteadas sobre evolución, teniendo en cuenta los postulados generales de cada una (ver tabla 3). Para Schuster (citado en Carrillo *et al.*, 2011), considerar la historia de las ciencias desde los modelos teóricos de la biología en las diferentes etapas y contextos culturales permite observar el desarrollo de las ideas, el avance metodológico y la red de representaciones que acompañan dichas ideas científicas. Por consiguiente, a lo que se hace alusión desde lo macro y micro es la relación entre niveles superiores (macro) con niveles inferiores (micro), dependiendo donde se sitúe el problema o

fenómeno (Márquez *et al.*, 2004). En concordancia con lo anterior, y para esta investigación, lo micro corresponde el nivel celular, como lo referente a genética, mutaciones (Folguera y Lipko, 2007), moléculas; y lo macro hace referencia a la relación entre poblaciones, hábitats, ecosistemas.

Basada en las propuestas de categorización por modelos de agrupación que realiza Giere (citado en Camacho *et al.*, 2012; Rodríguez, 2000; Rodríguez *et al.*, citado en Rodríguez, 2002), se adapta y realiza la clasificación por modelos de acuerdo a las semejanzas entre teorías y pensamientos abordados en la tabla 1.

Tabla 3. Propuesta de categorización de modelos mentales.

Modelo	Lo que abarca
Teológico (A)	La teoría creacionista y aristotélica, en la cual la noción de la creación se toma desde lo divino y todo tiene un fin determinado.
Sintético (B)	Incluye la teoría darwinista, sintética y endosimbiótica, abarcando conceptos actuales sobre evolución, con argumentos que conectan factores y variables que justifican la evolución, desde lo micro hasta lo macro.
Influencia del ambiente (C)	Pensamiento de Cuvier, en el cual prevalece la influencia del ambiente.
Desuso estructural (D)	Teoría Lamarckiana, en la cual la pérdida o el desarrollo de estructuras de los seres vivos se debe al desuso o el uso de estas.
Celular (E)	Se basa en la teoría de Oparin. El origen se da a partir de moléculas simples.

Partiendo de las categorías de análisis de Johnson-Laird, y teniendo en cuenta las teorías evolutivas, se diseñaron los instrumentos que fueron pertinentes para indagar los modelos mentales de los estudiantes. Para la categoría de análisis “proposiciones” se utilizaron la entrevista y el mapa conceptual como instrumento de indagación, y para la categoría de análisis “imagen” se optó por el dibujo. Por un lado, está la entrevista, una técnica de gran valor para la investigación cualitativa, la cual representa un grado de flexibilidad que permite planear las preguntas, ajustarlas de acuerdo a los entrevistados para reducir formalismos, así como obtener los significados que los entrevistados le atribuyen a los temas cuestionados, lo que posibilita adquirir información más precisa (Díaz *et al.*, 2013). Para el desarrollo de la misma, se optó por realizar una entrevista semiestructurada, la cual permite que los sujetos entrevistados sean más abiertos al responder, que a su vez posibilita obtener interpretaciones más cercanas al propósito de la investigación (Díaz *et al.*, 2013). Es de precisar que la entrevista se desarrolla en cuatro fases: (I) la preparación es el momento preliminar, donde se planifica la redacción de las preguntas guía y se lleva a cabo la convocatoria; (II) la apertura es el momento en que se está con el entrevistado y se mencionan los objetivos de la entrevista, el tiempo que se dispone para tal fin y se solicita el consentimiento para grabar la conversación; (III) el desarrollo es el centro de la entrevista, donde se presenta el intercambio de información, teniendo como guía las preguntas diseñadas y, finalmente, se realiza una (IV) síntesis de la conversación para fijar detalles de la información y permitirle al entrevistado señalar ideas que no mencionó anteriormente (Díaz *et al.*, 2013). Es importante mencionar que la entrevista como técnica siguió los pasos antes descritos para su elaboración, y que, para efectos de esta investigación, permitió la recolección de datos expresados verbalmente por los estudiantes sobre evolución por medio de las preguntas que se muestran en la tabla 4.

Siguiendo las proposiciones, el mapa conceptual es un instrumento que representa el conocimiento a partir de los conceptos que se evidencian en él, pues consta de tres elementos generales: concepto, como palabra o término que deja ver los hechos o ideas; las palabras enlace, que unen los conceptos y señalan la relación entre ellos; y la proposición, que está conformada por dos o más conceptos unidos por las palabras de enlace y que afirman un significado (García *et al.*, 2020). Es de destacar que los tipos de mapas conceptuales que realicen los estudiantes dependen en gran medida de la pregunta orientadora que se les formule (García *et al.*, 2020), como la articulación de temas referentes a la evolución con otros temas biológicos (Díaz citado en González, 2014).

Desde la categoría de imágenes, el dibujo será la representación de una idealización que se tiene del fenómeno (Camacho *et al.*, 2012), dando cuenta de procesos cognitivos, culturales y afectivos a los que recurren las personas para dar forma y orden a los elementos pictográficos que representan la visión de lo que se les pide. Esto ofrece recursos para el análisis de la percepción e interpretación de la realidad, pues se convierten en dibujos que tienen un sentido lógico sin importar su calidad (Jiménez y Martínez, 2011). Estos instrumentos se proponen junto con las preguntas mediadoras, las cuales fueron elaboradas por el investigador para explorar los modelos de los sujetos de manera clara y precisa. Tanto las preguntas como los instrumentos propuestos fueron evaluados y avalados por dos expertos, teniendo en cuenta los criterios de pertenencia, claridad y coherencia, tanto de las preguntas propuestas para la entrevista y el dibujo, como para el enunciado del mapa conceptual. La tabla 2 recoge todo lo que se quiere analizar por cada categoría de análisis.

Tabla 4. Instrumentos.

Instrumento	Pregunta
Dibujo	Mediante un dibujo exprese ¿cómo cree usted que se dio la evolución en los organismos actuales?
Mapa conceptual	Realice un mapa conceptual donde dé a conocer lo que usted entiende por evolución, la importancia de su estudio y lo que esto abarca.
Entrevista	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sabiendo que en África se encuentra la mayor cantidad de felinos de gran tamaño, ¿por qué cree que en América del Sur se encuentran felinos de menor tamaño? 2. ¿Por qué cree que, actualmente, existen plantas como el helecho que se encontraban en los primeros periodos de la tierra, como en el carbonífero? 3. ¿Usted cree que los organismos están en constante evolución? ¿Por qué?

Nota. Preguntas elaboradas por cada instrumento a emplear para indagar los modelos mentales.

Métodos

Se realiza la triangulación como técnica de investigación propuesta para el análisis de la información, la cual, en la investigación cualitativa, usa varias estrategias para estudiar un mismo fenómeno. Lo anterior permite que, al unirlos, logren fortalecerse entre sí, evitando los sesgos que generalmente surgen cuando solo se utiliza una estrategia y reconociendo el problema desde distintos ángulos, donde cada punto de vista muestra una faceta diferente de la otra, para obtener una visión más real y completa del estudio (Okunda y Gómez, 2005).

Para diseñar esta técnica, es necesario que los métodos que se usaron en la interpretación del fenómeno sean cualitativos porque son semejantes entre sí. Su finalidad es la verificación y comparación de la información obtenida de los métodos aplicados, en los que la convergencia entre los resultados es la que permite analizar la fuente que produjo esos datos acerca del fenómeno observado, así como las características que expresó el fenómeno en el momento en que se observó (Okunda y Gómez, 2005).

El análisis de datos no tiene un procedimiento paso a paso o un estándar, ya que cada estudio cualitativo requiere uno propio; sin embargo, como lo señalan Hernández *et al.* (2014), hay un procedimiento general y no lineal que puede llevarse a cabo tal cual como se propone o modificarlo de acuerdo a la investigación, formulando estos siete pasos: (i) recolección de datos a partir de entrevistas, observaciones, registros, etc.; (ii) organización de los datos de acuerdo con los criterios propuestos por el investigador; (iii) preparación de los datos para el análisis mediante la digitalización de imágenes, transcripción de entrevistas, etc.; (iv) revisión de los datos, para obtener un panorama de los materiales por medio de su lectura y observación; (v) descubrir las unidades de análisis y elegir las de acuerdo con la

importancia según la investigación; (vi) codificación de las unidades en primer nivel, asignándoles categorías y códigos según sus definiciones, conceptualizaciones y significados; (vii) codificación de las categorías en segundo nivel, agrupando las categorías en temas y patrones para relacionarlas. Esto permite generar teorías, hipótesis o explicaciones.

A la luz de esta investigación, se lleva a cabo el procedimiento detallado anteriormente con cada instrumento propuesto, así como en la agrupación entre los datos obtenidos de cada instrumento para realizar el respectivo análisis, de manera que se obtienen 18 registros en total entre producciones y verbalizaciones. Para esta última, se realiza la transcripción de las seis entrevistas y los resultados se agrupan por cada sujeto para analizar de manera individual y según la perspectiva del estudio de caso. No obstante, como el procedimiento no es lineal, una vez hecha la triangulación inicial se procede a una segunda revisión y análisis, la cual permite, a partir de las categorías iniciales, generar nuevas categorías y subcategorías que ayudan a comprender los modelos mentales de los sujetos de estudio sobre evolución.

Resultados y discusión

El análisis de los resultados se hizo mediante la triangulación de los datos, de manera que se agruparon las respuestas por cada sujeto de estudio. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de cada uno de los instrumentos y se sacaron conceptos o frases relevantes que permitían inferir en qué modelo propuesto inicialmente podría encontrarse cada sujeto. En la entrevista se hallaron, mayoritariamente, expresiones que no codificaban para los modelos propuestos de manera preliminar, como se aprecia en la tabla 5; es decir, unidades de entrevista que no coincidían con las categorías inicialmente propuestas. Sin embargo, la tendencia de los sujetos por el Modelo B,

o *Sintético*, fue evidente en la mayoría de las unidades de cada una de las entrevistas.

El otro instrumento propuesto para abordar las proposiciones es el mapa conceptual, el cual permitió indagar sobre el manejo de conceptos biológicos y las relaciones conceptuales que establecieron los sujetos de estudio. Por un lado, el *Modelo A*, o *Teológico*, no se evidenció al analizar los mapas conceptuales, lo que corroboró, aún más, el poco manejo desde la perspectiva teológica para dar explicación a la evolución. En cambio, el *Modelo B*, o *Sintético*, es abordado de forma general por cuatro de los seis sujetos de estudio (B, D, E y F). Se mencionaron con-

ceptos como *hibridación* o *mendeliana*, que no fueron nombrados en la entrevista, pero sí persisten los conceptos *genética*, *adaptación* y *supervivencia*. En cuanto al *Modelo C*, o *Influencia del ambiente*, se observa en el *Sujeto B* de forma general y el *Modelo E*, o *Celular*, no se evidenció en ningún sujeto.

En los dos instrumentos analizados –entrevista y mapa conceptual– desde las proposiciones, se evidencia el *Modelo B* como un enfoque de la mayoría de sujetos, con una mención reiterada alusiva a la genética, adaptación y supervivencia, lo que indica que los sujetos se basan en teorías actuales para referirse al tema evolutivo.

Tabla 5. Codificación de unidades de la entrevista en las categorías propuestas.

Pregunta 1		
Sujetos de estudio	Fragmento de la entrevista	Categoría propuesta
Sujeto A	“Si no estoy mal, creo que es por... las divisiones continentales”	Ninguna
Sujeto B	“Y entre más éxito reproductivo presente la especie, tendrá una mayor recombinación genética, lo que deriva en una mayor variedad en este...”	Modelo B
Pregunta 2		
Sujeto C	“...la adaptación que han tenido y han evolucionado para poder como estar en un entorno que ha cambiado pero que han sabido cómo manejar sus condiciones genéticas...”	Modelo A
Sujeto F	“...digamos que no ha tenido esta necesidad de cambiar entonces ha subsistido a través del tiempo, o bueno, no ha cambiado tanto más bien, puesto que es un modelo relativamente exitoso...”	Ninguna
Pregunta 3		
Sujeto D	“...el organismo para sobrevivir tenga que evolucionar ciertas características o ciertos comportamientos pues para esto mismo de poder sobrevivir, pues si no... si no evolucionan, pues no se adapta y no sobrevive”	Modelo C
Sujeto E	“Considero que sí porque incluso nosotros lo estamos ¿no? Nosotros tenemos vestigios incluso de... ancestros comunes, el bazo, el coxis... Estamos en constante cambio, incluso la resistencia bacteriana es un ejemplo de eso, de la evolución”	Modelo D

Nota. Algunos ejemplos de las unidades de las entrevistas que permiten categorizar los modelos mentales de los sujetos, según los modelos propuestos inicialmente en esta investigación.

La segunda categoría de análisis de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird son las imágenes, que a partir de la investigación se postula la relación macro y micro, el manejo de una o varias teorías y el uso apropiado de un referente conceptual. Al observar los resultados de

este instrumento, el *Modelo A* se descarta como representación mental de los estudiantes de cuarto semestre, ya que no se evidenció por parte de algún sujeto el uso de este modelo para solucionar las preguntas propuestas sobre evolución. Lo contrario ocurre con el *Modelo*

B, o *Sintético*, que en este instrumento también muestra que fue usado por los Sujetos B, C, D y F, siendo una influencia en la mayoría de los sujetos de estudio. Por parte de los Sujetos A y E, usaron el *Modelo E, o Celular*, y los *modelos C y D* propuestos no fueron encontrados al analizar los dibujos de los seis sujetos.

En este primer acercamiento es importante reconocer que tres sujetos (D, E, F) manejan más de un modelo para dar explicación a los procesos evolutivos (ver tabla 6), apoyándose en modelos recientes que abarcan distintas disciplinas, y reconociendo la influencia del ambiente y aspectos moleculares que permiten generar cambios en las especies.

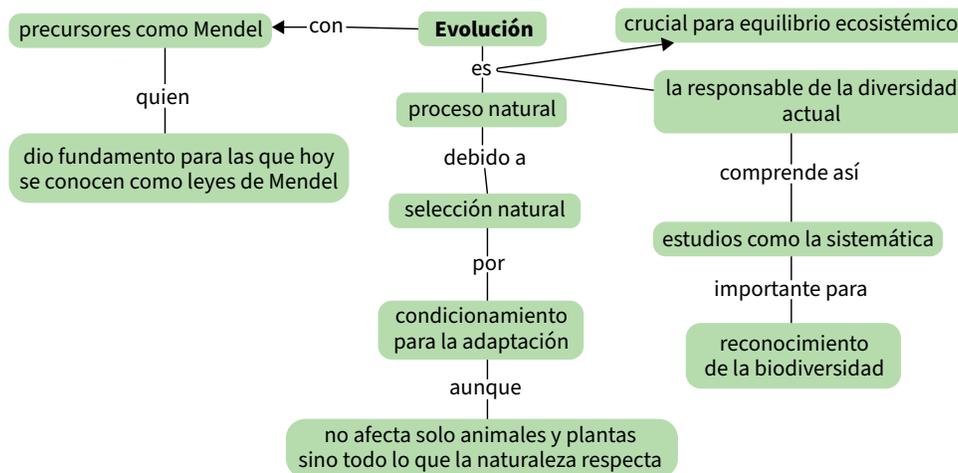


Figura 1. Uso y relación de conceptos sobre evolución

Fuente: elaborado por el Sujeto E.

Una vez obtenidos los resultados de la triangulación, se procede a desarrollar una categorización deducida a partir de las unidades, los conceptos y las interpretaciones que se extrajeron en el primer análisis, y que no se adecuaban a las categorías propuestas inicialmente. Además, se vuelve a mirar patrones, temas y relaciones para deducir subcategorías que describen de manera más concreta los modelos científicos a los cuales acuden los sujetos para explicar el fenómeno por el cual se les pregunta.

En la tabla 7 se aprecian los nuevos modelos o modelos deducidos, y se sintetizan en ellos los elementos que se hallaron al realizar una segunda revisión, con detalle, de los resultados de cada instrumento. También se logra derivar subcategorías que permiten reconocer el vínculo

entre los modelos científicos y las representaciones que cada sujeto crea para comprender la evolución, y así poder dar una explicación. Esta nueva categorización comprende los mismos modelos científicos en los que se basaron los modelos propuestos inicialmente en la investigación. Para diferenciarlos, las categorizaciones iniciales se distinguen por llevar la letra mayúscula, por ejemplo, *Modelo A- Teológico*, *Modelo B-Sintético*, etc. En cambio, los modelos deducidos tienen letra minúscula y cambia el orden, pues el *Modelo A- Teológico* se descarta después del primer análisis de los resultados: *Modelo a- Sintético*, *Modelo b- Ecosistémico*, *Modelo c- uso/desuso estructural* y *Modelo d- Celular*. Además, las subcategorías son los conceptos frecuentemente usados y que los sujetos expresaron para dar sus respuestas, lo que permitió agruparlas en modelos que las implicaran.

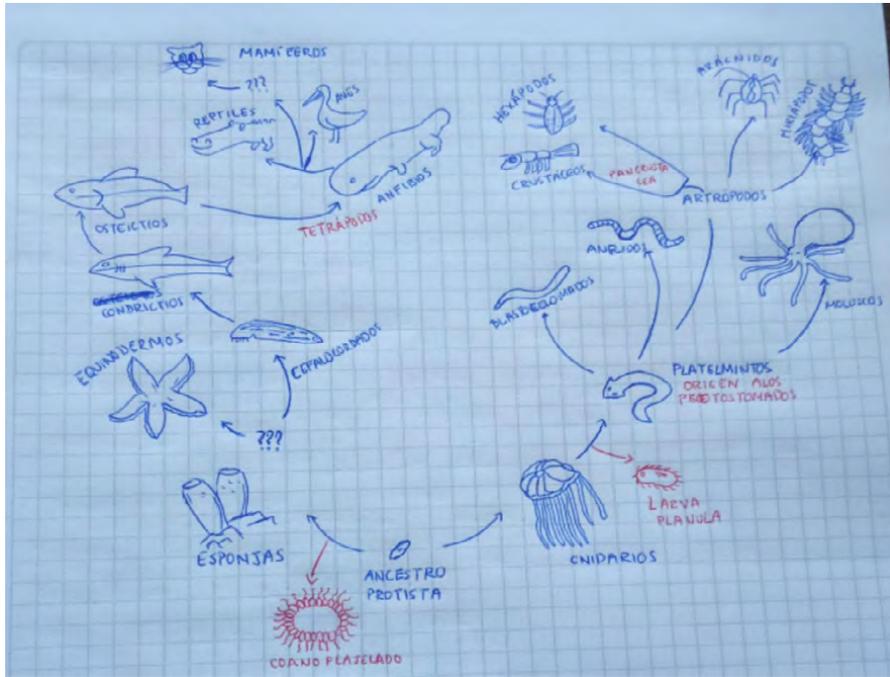


Figura 2. Esquema sobre evolución.

Fuente: elaborado por el Sujeto A.

En esta investigación, los modelos mentales de los sujetos evidenciaron el manejo de conceptos científicos que usan dependiendo de las situaciones en las que tengan que implementarlos, donde se emplean de forma suelta, aisladas e incluso confusa, por lo cual se hizo necesario analizar e interpretar esos modelos mentales mediante categorizaciones y subcategorías que permitieran sintetizar cada aspecto según sus atributos. Por lo tanto, es evidente que los sujetos no manejan únicamente una representación para dar explicación, sino que manejan conceptos puntuales,

relacionan diferentes factores, manejan una temporalidad y demás para explicar cada situación. Esto puede verse en la tabla 8, pues por cada instrumento, el sujeto hizo uso de conceptos variados, por ejemplo, el Sujeto B en su dibujo evidenció el manejo de tres modelos (a, b y c) y el Sujeto C expuso los mismos modelos, pero en el mapa conceptual. Además, estos dos sujetos, en el segundo análisis de los datos, demostraron el uso predominante de los modelos deducidos a y b. Sin embargo, en el primer análisis hicieron uso únicamente del Modelo B- Sintético.

Tabla 6. Resultados de la triangulación.

Sujetos	Instrumentos			Modelo final
	Entrevista	Dibujo	Mapa conceptual	
A	B*	E	B	B
B	B	B	B-C	B
C	B	B	B	B
D	B-C	B-C	B	B-C
E	D*	E	B-C	B-C-E
F	B*	B-C	B-C	B-C

Nota. (*) Una de tres preguntas de la entrevista representa el modelo seleccionado.

Al comparar los modelos mentales finales de los sujetos de estudio, primer y segundo análisis de los datos, es evidente que tienden a usar el modelo sintético para explicar la evolución, y que a pesar de que en la primera categorización tres estudiantes usaron dos modelos, y en la segunda categorización solo dos lo hicieron. Esto significa que mientras más puntual y limitada sea la

categorización, los modelos mentales de los sujetos pueden llegar a establecerse en un modelo en particular. Sin embargo, también es claro que los estudiantes van a recurrir a otros conceptos e interpretaciones si las que tienen establecidas en un modelo no les permiten dar explicación a la evolución.

Tabla 7. Modelos deducidos.

Modelos	Código	Subcategorías
Modelo sintético (a)	a.1	Selección natural
	a.2	Herencia
	a.3	Deriva continental
	a.4	Genética
	a.5	Especiación
	a.6	Hibridación
	a.7	Filogenia
Modelo Ecosistémico (b)	b.1	Relación intra e interespecífica
	b.2	Equilibrio ecosistémico
	b.3	Factores abióticos
	b.4	Relación organismo-medio
	b.5	Biodiversidad
Modelo Uso/desuso estructural (c)	c.1	Morfología
Modelo celular (d)	d.1	Moléculas-células

Los modelos mentales operan según la relevancia que el sujeto les dé, pero son definidos por el nivel de funcionalidad que el modelo le represente de forma general, donde su funcionamiento depende de la información que contenga y la utilidad que represente para explicar un fenómeno en un momento dado. Esto se puede evidenciar en el *Sujeto A*, en el que la división continental permitió explicar la radiación de felinos de mayor tamaño en África, pero este concepto no es representativo para el *Sujeto D*, pues el modelo que puede explicar dicho fenómeno es el de selección natural, porque lo toma como un factor que influye de forma directa en la evolución. Esto permite demostrar que los modelos mentales de cada sujeto son diferentes entre sí, porque para explicar un mismo fenómeno, sus modelos mentales, su forma de entender esa realidad y de dar una explicación son variadas y dependen de sus conocimientos y su interpretación de ese fenómeno.

Inicialmente, la investigación se limitó a teorías evolutivas muy puntuales y que en su definición no abarcaron conceptos e ideas de gran valor que permitieran dilucidar sobre la evolución, más allá de una idea muy general de cada modelo científico, pues, en un principio, la formulación de las categorías propuestas se dio de manera global para clasificar y codificar la información, dejando de lado conceptos de gran valía, como la separación de los continentes, el tiempo, la hibridación, la biodiversidad, entre otros. Como lo describe De Souza (2010), el investigador depende de la información histórica y contextual que tenga, pues es esta la que le permite conocer el mundo particular de cada sujeto de estudio. También, está limitado por lo que comprende y por no disponer de todos los elementos suficientes para llegar a la verdad total.

Tabla 8. Modelos deducidos por sujeto.

Sujeto A				
Instrumento	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Modelo final
1	a.3/a.5	b.2	a.4	Modelo a
2	c.1/a.7			
3	a.1/a.4/d.2			
Sujeto B				
1	a.1/a.6/b.2/b.4	a.1/a.6	a.1/a.2	Modelo a-b
2	a.1/ a.7/b.3/b.5/c.1			
3	a.1/a.2/b.3/b.5			
Sujeto C				
1	a.3/a.5	a.4	a.1	Modelo a-b
2	b.1/b.5/d.1			
3	a.1/a.4/b.2/c.1			
Sujeto D				
1	a.1	a.1/c.1	a.1	Modelo a
2	a.7/d.1			
3	a.1/a.4/a.5/b.2/b.5			
Sujeto E				
1	a.3	a.1	c.1	Modelo a
2	a.7/b.5/d.1			
3	a.1/a.4/a.7/b.2/b.6			
Sujeto F				
1	a.3/b.5	a.2	a.2	Modelo a
2	a.1/a.4/a.7/b.5/d.1			
3	a.1/a.4/a.5/a.7/b.1/b.5			

Nota. (1) Entrevista, (2) dibujo y (3) mapa conceptual.

El manejo de la triangulación de datos permitió tener una perspectiva más profunda de los modelos mentales de los sujetos sobre evolución, pues cada instrumento utilizado les permitía complementar y fortalecer las ideas respecto a cada situación presentada. Como lo afirman Aguilar y Barroso (2015), la combinación entre métodos cualitativos permite disminuir las limitaciones que cada instrumento tiene, pues se cruzan los datos para saber si se llega a la misma conclusión. Este método permitió retomar los datos colectados y analizarlos de

otra forma para obtener otra perspectiva y categorización, pero no partiendo de los modelos científicos, sino de las percepciones de los sujetos, pues sus palabras y lo que se logró interpretar de los dibujos permitieron ver que hay un patrón en sus respuestas, el cual les facilita dar una explicación al fenómeno de esta investigación. Se necesita el uso de varios conceptos para dar respuesta, pero no son los mismos en cada instrumento. Por el contrario, extraen más contenido de sus modelos mentales y una combinación de ellos para responder a

cada situación, y, visto de forma grupal, todos los sujetos lo hacen, pero no usan los mismos conceptos ante la misma situación. Esto se vio reflejado, por ejemplo, en el ítem “lo que usted entiende por evolución” del mapa conceptual, el Sujeto C señala que la evolución son cambios adaptativos con fines de supervivencia; en cambio, para el Sujeto D, la evolución también es un cambio que se da, pero en el tiempo y en las generaciones. En este sentido, y visto de manera grupal, ambos sujetos tienen un modelo mental que se aproxima a ser el *Modelo deducido a-Sintético*, teniendo en cuenta solo ese apartado. Rodríguez y Moreira (1999) citan a Tonucci porque expresa que hay criterios comunes en los resultados que permiten una comprensión de las estructuras mentales por parte de docentes o investigadores, en las que la categorización depende de la relevancia de los conceptos, el manejo fluido o mecánico de estos, y las diferencias y deducciones que los sujetos evidencien en la organización de sus concepciones, que se muestran en los resultados individuales de los sujetos.

El estudio cualitativo favorece la comprensión profunda del fenómeno de estudio y no solo pretende recolectar datos, generar categorías y describirlas, pues los conceptos, hipótesis y teorías en este tipo de estudios son las explicaciones que tienen los sujetos según lo que han vivido, observado, analizado y evaluado a profundidad, ya que a partir de ellas se generan las teorías que se fundamentan en esos datos (Hernández *et al.*, 2014). En este sentido, el estudio cualitativo favorece el reconocimiento entre lo aprendido por lo sujetos de estudio y lo que se enseña en las aulas universitarias, teniendo en cuenta el objetivo de cada área, así como el perfil del egresado, debido a que este último es como la institución universitaria forma a los licenciados; es decir, las competencias que desarrolla el estudiante a medida que avanza en su carrera, las cuales se centran en la didáctica de la biología, la enseñanza y la perspectiva social (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020), aspectos que son transversales en cada materia que se cursa en la carrera.

Realizar esta investigación con estudiantes de cuarto semestre, dilucida los conocimientos que ellos han adquirido hasta el momento, ya que emplean un vocabulario más técnico para referirse a ciertos procesos y dinámicas biológicas, que en semestres anteriores no se emplean. Por ejemplo, en primer semestre, en el área de biología celular, no se utilizan términos o referencias sobre filogenia, deriva continental o la relación entre los organismos y su entorno, conceptos que fueron mencionados por los sujetos de estudio. Por lo anterior, se puede sentar el precedente del aprendizaje de los estudiantes sobre evolución por cursar o estar cursando las

áreas disciplinares de zoología y botánica, en las que el tema evolutivo es transversal, no solo en esas dos áreas, sino también en las asignaturas correspondientes al área biológica en semestres más avanzados.

El uso de conceptos puntuales –como la genética, adaptación, herencia y selección natural– es el eje en el que los sujetos se sostienen para explicar el fenómeno desde su punto de vista. En otras palabras, los estudiantes de la Licenciatura en Biología de cuarto semestre tienen como modelo mental uno actual, que comprende no solo conceptos como adaptación, sino áreas de estudio dentro de la biología, como la genética, la filogenia y la ecología. Por lo tanto, las áreas disciplinares de zoología y botánica favorecieron la generación de modelos mentales que van de la mano con los modelos científicos actuales, a pesar de que en los *syllabus* de dichas materias no empleen de manera explícita la evolución, aunque sí lo hacen desde temas como las etapas de vida, eras geológicas, relación entre organismos, entre otros, a partir de los grupos biológicos de estudio de dichas áreas. Se hace esta afirmación porque en los dibujos realizados por los sujetos se usan animales para explicar la evolución (ver figura 2), y en algunos casos representan ambos grupos mediante un árbol filogenético.

Conclusiones

Lo anterior deja claro que la investigación cualitativa es un proceso interno con ítems que permiten o no el uso de modelos mentales, en el que aparecen, dependiendo de su relevancia, para que salga a relucir lo que el sujeto entiende, lo cual se quiso evidenciar desde esta investigación. Entonces, los modelos mentales de los sujetos estudiados presentan similitudes y coinciden con el modelo sintético de la evolución, donde se centra esa relación desde el punto de vista de selección natural, haciendo énfasis en el aspecto genético. La preferencia de esta teoría en esta investigación no quiere decir que solo haya un punto de vista, al contrario, hay un abanico de modelos que tienen los sujetos, que les permiten traducir su modelo mental a interpretaciones menos abstractas sobre el fenómeno. Sumado a lo anterior, la triangulación de los resultados permitió que su análisis fuera más completo y menos sesgado, pues al realizar las lecturas de los resultados de los diferentes instrumentos se evidenció la tendencia hacia modelos teóricos y particularmente a lo relacionado con la genética, lo cual ayuda a entender y a avanzar en lo relacionado con la evolución.

Relacionando esos modelos mentales con las áreas disciplinares, los sujetos suelen usar animales para explicar mejor la evolución, lo que permite deducir que las áreas

de zoología influyen significativamente en la construcción del conocimiento de los sujetos, junto con la noción genética. Como parte del manejo de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird en esta investigación, también se pudo apreciar la relación macro cuando los sujetos hacían referencia a organismos y su relación con el entorno, y una relación micro al hacer referencia a la genética y a la herencia. También se determinó que los sujetos no solo manejan un modelo mental único para dar explicación a todas las cuestiones planteadas en los diferentes instrumentos, sino que las combinaron haciendo uso de conceptos que estaban establecidos dentro de distintos modelos, expresándolos en los momentos en que lo requerían y moldeándolos según el significado que estos pudieran dar para responder al fenómeno.

La investigación abordada en este trabajo permite auscultar los modelos mentales de los universitarios que poco se han tratado en trabajos, ya que la mayoría se enfoca en la escuela básica y en la importancia de enseñar adecuadamente la evolución. Más aún, es imprescindible reconocer y abordar los modelos mentales debido a que son docentes en formación y la evolución es un tema transversal en la biología, por lo cual, como futuros docentes, el conocimiento sobre modelos científicos es de gran importancia, así como la continua actualización, no solo en áreas y temas disciplinares, sino también en la didáctica y en la pedagogía. Cabe señalar que esta investigación dejó ver que no es necesario manejar la evolución de manera explícita para que haya un aprendizaje en los docentes en formación, pues es evidente que desde las áreas disciplinares y el grupo biológico de estudio respectivo, la evolución es un tema base de la biología. Adicionalmente, por los conceptos usados por los sujetos de estudio, es evidente que dichas áreas hacen uso de conceptos, hipótesis y teorías actuales, lo que favorece la construcción de modelos mentales que comprenden disciplinas de la biología como ciencia.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, S. y Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (47), 73-88. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>.
- Barrero, C., Bohórquez, L. y Mejía, M. (2011). La hermenéutica en el desarrollo de la investigación educativa en el siglo XXI. *Itinerario Educativo*, 25(57), 101-120.
- Benítez, A. A. y Zepeda, M. E. (2018). El uso de representaciones mentales en la resolución de problemas matemáticos. El caso de Nivel Medio Superior. *Eco Matemático*, 9(1), 65-76. <https://doi.org/10.22463/17948231.1727>.
- Camacho, J., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz, T. y Rodríguez, T. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 196-212. 10498/14729
- Campos, P., Bazán, B., Sanmartí, N., Torres, M. D., Mingo, B., Fernández, M., Boixaderas, N., De la Rubia, M. E., Rodríguez, R., Pintó, R. y Gullón, M. J. (2003). *Biología*. Limusa.
- Carrillo, L., Morales, C., Pezoa, V. y Camacho, J. (2011). La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula. *Tecné, Episteme y Daxis*, (29), 112-127. <https://doi.org/10.17227/ted.num29-1091>.
- De Haro, J. J. (1999). El origen de las teorías evolutivas. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, (26), 29-34.
- De Souza, M. C. (2010). Los conceptos estructurantes de la investigación cualitativa. *Salud Colectiva*, 6(3), 251-261.
- Díaz, B. L., Torruco, G. U., Martínez, H. M. y Valera R. M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-267.
- Fernández, J. J. y Sanjosé, V. (2007). Permanencia de Ideas Alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (21), 129-149.
- Folguera, G. y Galli, L. (2012). La extensión de la síntesis evolutiva y los alcances sobre la enseñanza de la teoría de la evolución. *Bio-grafía*, 5(9), 4-18. <https://doi.org/10.17227/20271034>.
- Folguera, G. y Lipko, P. (2007). La teoría sintética y la población como (única) unidad evolutiva. *Filosofía e História da Biologia*, 2, 191-202.
- Galfione, M. V. (2013). Historia natural y temporalización: consideraciones sobre la Historia natural de Buffon. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 20(3), 813-829. <https://doi.org/10.1590/S0104-597020130003000005>
- García, F. V., García, N. R. D., Lorenzo, G. M. y Hernández, C. M. (2020). Los mapas conceptuales como instrumentos útiles en el proceso enseñanza-aprendizaje. *MediSur*, 18(6), 1154-1162.
- Glickman, S. (2009). Charles Darwin, Alfred Wallace y la evolución/creación del cerebro y mente humana.

- Gayana (Concepción), 73(Supl. 1), 32-41. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382009000300004>
- González, O. H. (2015). *La enseñabilidad de la evolución biológica en la Institución Educativa Académico de Guadalajara de Buga* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53060>
- Greca, I. y Moreira, M. A. (1998). Modelos Mentales, Modelos Conceptuales y Modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(2), 107-120.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. D. (2010). *Metodología de la investigación* (4ta ed.). Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. D. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mc Graw Hill.
- Jalil, A. M. (2009). El debate creacionismo- evolución en profesores de biología y al interior de las clases de una escuela confesional. *Revista de Educación en Biología*, 12(2), 61-63. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v12.n2.22271>
- Jiménez, Y. C. y Martínez S. Y. (2011). Visiones y representaciones de estudiantes a través del dibujo. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 8(21), 24-31.
- Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardá, A. y Pujol, R. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela*, (53), 71-81.
- Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, (20), 165-193.
- Okunda, M. y Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Oparin, A. (2022). *El origen de la Vida* (2.ª ed.). Panamericana.
- Ramírez, S. (2007). Linneo: la pasión de un médico por la clasificación de los seres vivos. *Revista Ciencias de la Salud*, (1), 101-103.
- Rodríguez, M. L., Marrero A. J. y Moreira, M. A. (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(3), 243-268.
- Rodríguez, L. y Moreira, M. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(2), 121-160.
- Sánchez, M. C. (2000). *La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional de la UNAM. https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-ensenanza-de-la-teoria-de-la-evolucion-a-partir-de-las-concepciones-alternativas-de-los-estudiantes-87829?c=BPoVeE&d=false&q=*&i=19&v=1&t=search_0&as=0
- Sanz, S. T. (2007). El reto de enseñar evolución: uso de ejemplos cercanos al alumnado. *Revista de la Sociedad Española de Biología evolutiva*, 2(2), 69-73.
- Schilders, M., Boersma, K. y Sloep, P. (29 de agosto de 2007). Enculturation and the apparent incompatibility of religion and the theory of evolution [conferencia]. *12th European Conference for Reserch on Learning and Instruction: Developing Potentials for Learning*. Budapest. Hungría.
- Schnek, A. y Curtis, H. (1977). *Biología*. Médica Panamericana.
- UNAM. (s.f). *Evolución*. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad1/evolucion/lamarck>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016a). *Syllabus Botánica I. Proyecto Curricular Licenciatura en Biología*. <http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/documents/12685/8630145/SYLLABUS+BOTANICA+I+JULIO+2016.pdf>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016b). *Syllabus Botánica II. Proyecto curricular Licenciatura en Biología*. <http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/documents/12685/8630145/SYLLABUS+BOTANICA+II+JULIO+2016.pdf>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016c). *Syllabus de Biología Celular. Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología*. <http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/documents/12685/8630145/SYLLABUS+BIOLOGIA+CELULAR+JULIO+2016.pdf>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016d). *Syllabus Zoología de invertebrados. Proyecto Curricular Licenciatura en Biología*. <http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/documents/12685/8630145/SYLLABUS++ZOOLOGIA+INVERTEBRADOS++JULIO+2016.pdf>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2016e). *Syllabus Zoología de Vertebrados*.

Proyecto Curricular Licenciatura en Biología.
<http://licbiologia.udistrital.edu.co:8080/documents/12685/8630145/SYLLABUS+ZOOLOGIA+VERTEBRADOS+JULIO+2016.pdf>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). *Perfil del egresado.* <https://fciencias.udistrital.edu.co/licbiologia/sites/licbiologia/files/2023-11/Perfil%20de%20Egresado.pdf>

Urra, M. E., Núñez, C. R., Retamal, V. C. y Jure, C. L. (2014). Enfoques de estudio de casos en la investigación de enfermería. *Ciencia y Enfermería*, 20(2), 131-142. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532014000100012>

Vaticano. (s.f). *Catecismo de la Iglesia Católica.* https://www.vatican.va/archive/catechism_sp/p1s2c1p6_sp.html



Fotografía
Gonzalo M. A. Bermudez

DESARROLLO DE HABILIDADES DE LA INTELIGENCIA INTERPERSONAL EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE PRIMARIA MEDIANTE LA ENSEÑANZA DE LAS INTERACCIONES BIOLÓGICAS

Development of Interpersonal Intelligence Skills in Third Grade Students Through the Teaching of Biological Interactions

Desenvolvimento de habilidades de inteligência interpessoal em alunos do terceiro ano do Ensino Fundamental por meio do ensino das interações biológicas

Laura Ivette Bobadilla-Cruz* 
 Paula Angélica Pérez-Montaña** 
 Emmanuel Andrés Guerrero-Aguilera*** 
 Jesús Manuel Fuentes-Jiménez**** 

Fecha de recepción: 09 de junio de 2023
 Fecha de aprobación: 15 de marzo de 2024

Cómo citar

Bobadilla-Cruz, L. I., Pérez-Montaña, P. A., Guerrero-Aguilera, E. A. y Fuentes-Jiménez, J. M. (2024). Desarrollo de habilidades de la inteligencia interpersonal en estudiantes de tercero de primaria mediante la enseñanza de las interacciones biológicas, *Bio-grafía*, 17(33), 89-113. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19610>

* Estudiante Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. libobadillac@udistrital.edu.co

** Estudiante Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. paperezm@udistrital.edu.co

*** Estudiante Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. eaguerreroa@udistrital.edu.co

**** Estudiante Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. jmefuentesj@udistrital.edu.co

Resumen

La educación en ciencias a menudo se ha enfocado en los contenidos, privilegiando lo cognitivo sobre la enseñanza de la comprensión de otros y el desarrollo de competencias en el ámbito social y en la comunidad. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación es evaluar el desarrollo de las habilidades de inteligencia interpersonal de estudiantes de tercero de primaria del colegio San Rafael IED, localidad Kennedy en la ciudad de Bogotá, mediante el aprendizaje de las interacciones biológicas. Para esto, se realizaron 3 fases de investigación, la primera de indagación, la segunda de implementación y la tercera de evaluación con 3 momentos: Autoevaluación, evaluación en las clases y la evaluación final. Como resultado se encontró que la mayoría de las habilidades de la inteligencia interpersonal aumentaron o se mantuvieron en el mismo nivel, no obstante, en la habilidad de trabajo en equipo, comunicación asertiva y escucha activa se evidenciaron resultados variados, denotando la complejidad del desarrollo de todas las habilidades. En conclusión, la enseñanza de las interacciones biológicas permite el fortalecimiento de las habilidades interpersonales, debido a que en este proceso se incluyen actividades que propician las relaciones entre estudiantes; sin embargo, es necesario comprender la complejidad en el desarrollo de estas habilidades, considerando el tiempo para ello.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; enseñanza de ecología; habilidades interpersonales; relaciones sociales

Abstract

Science education has often focused on content, privileging cognitive aspects over the teaching of understanding others and developing competencies in the social and community realms. Therefore, the objective of this research is to evaluate the development of interpersonal intelligence skills in third-grade students at San Rafael public school, in Kennedy, Bogotá, through the learning of biological interactions. For this, three phases of research were carried out: the first of inquiry, the second of implementation, and the third of evaluation, with three moments: Self-assessment, assessment in classes, and final assessment. As a result, it was found that most interpersonal intelligence skills increased or remained at the same level; however, in the skills of teamwork, assertive communication, and active listening, varied results were evidenced, highlighting the complexity of developing all skills. In conclusion, the teaching of biological interactions allows for the strengthening of interpersonal skills because this process includes activities that foster relationships among students; however, it is necessary to understand the complexity in the development of these skills, considering the time required for it.

Keywords: science education; ecology education; interpersonal skills; social relations

Resumo

A educação em ciências frequentemente tem se concentrado no conteúdo, privilegiando os aspectos cognitivos sobre o ensino da compreensão dos outros e o desenvolvimento de competências no âmbito social e comunitário. Portanto, o objetivo desta pesquisa é avaliar o desenvolvimento das habilidades de inteligência interpessoal em alunos do terceiro ano do ensino fundamental da escola pública San Rafael, localizada em Kennedy, na cidade de Bogotá, através do aprendizado das interações biológicas. Para isso, foram realizadas três fases de pesquisa: a primeira de indagação, a segunda de implementação e a terceira de avaliação, com três momentos: autoavaliação, avaliação nas aulas e avaliação final. Como resultado, constatou-se que a maioria das habilidades de inteligência interpessoal aumentou ou permaneceu no mesmo nível; no entanto, nas habilidades de trabalho em equipe, comunicação assertiva e escuta ativa, foram evidenciados resultados variados, destacando a complexidade do desenvolvimento de todas as habilidades. Em conclusão, o ensino das interações biológicas permite o fortalecimento das habilidades interpessoais, pois esse processo inclui atividades que fomentam as relações entre os alunos; no entanto, é necessário compreender a complexidade no desenvolvimento dessas habilidades, considerando o tempo necessário para isso.

Palavras-chave: ensino de ciências; ensino de ecologia; habilidades interpessoais; relações sociais



Introducción

La educación actual en contextos colombianos, y en especial la educación en ciencias, se ha centrado en los contenidos o la información poco significativa y en una baja interpretación relacionada con la naturaleza de la ciencia (Muñoz y Cerón, 2015). A su vez, en la cultura occidental se ha privilegiado la razón sobre las emociones y se han olvidado algunos aspectos importantes, como la sensibilidad, la imaginación, la facultad de lo trascendente y la afectividad (Remolina, 1998), lo cual genera una influencia en la manera en que se concibe a los sujetos y en las relaciones entre ellos (Trujillo, 2008).

De acuerdo con la investigación de Núñez y Quinapanta (2019), los niños en edades iniciales pueden presentar problemas de comportamiento, como falta de socialización con sus compañeros, rabietas y mala comunicación. También, tienden a ser competitivos e individualistas, lo que genera conflictos y perjudica el aprendizaje, la socialización y la convivencia escolar. Ahora bien, a pesar de los derechos de aprendizaje que enfatizan el valor de las relaciones interpersonales y el respeto por los demás, la realidad educativa muestra un aumento de comportamientos que dificultan la regulación emocional y social. Como resultado, muchos estudiantes no comprenden la importancia de estas interacciones tanto dentro como fuera del aula, lo que puede llevar a que no consideren la importancia de su relación con el entorno natural (Figueroa, 2005; Muñoz, 2020). Según esto, en este trabajo surge la siguiente pregunta, ¿Cuáles habilidades de la inteligencia interpersonal desarrollarán los estudiantes de tercero de primaria del colegio San Rafael IED sede b, al enseñar interacciones biológicas?

La educación en ciencias busca que los estudiantes logren comprender el mundo y desenvolverse en él, lo cual favorece el desarrollo de habilidades asociadas con la inteligencia interpersonal, como asumir posturas críticas, trabajar en equipo y reflexionar sobre sus propios argumentos (Castillo y Sanclemente, 2010; Escudero, 2020). Estas habilidades promueven el desarrollo personal y tienen un impacto positivo en la sociedad. De esta forma, la interacción entre los estudiantes favorece los resultados cognitivos y el aprendizaje significativo, por lo que adquiere una alta relevancia en el ámbito educativo y social (Villareal, 2018). Además, el aprendizaje de las interacciones biológicas en la enseñanza de la biología permite comprender la complejidad de las relaciones en los ecosistemas y promueve su articulación con prácticas culturales y sociales. A su vez, facilita la comprensión de la importancia de cuidar el entorno natural y promueve el desarrollo de habilidades interpersonales

y de resolución de conflictos (Pérez, 2019). En resumen, la enseñanza de las interacciones posibilita el desarrollo de habilidades interpersonales, lo que contribuye al crecimiento personal, al mejoramiento de la relación con el entorno y el bienestar social.

Por eso, en esta investigación se pretende evaluar el desarrollo de las habilidades de inteligencia interpersonal de estudiantes de tercero de primaria del colegio San Rafael IED, a partir de la enseñanza de las interacciones biológicas. Para esto, se pretende describir las habilidades de la inteligencia interpersonal de los estudiantes previos a la intervención pedagógica y contrastar las habilidades de inteligencia interpersonal que desarrollaron los estudiantes durante la enseñanza de las interacciones biológicas.

Antecedentes

En cuanto al desarrollo de habilidades de inteligencia interpersonal mediante la enseñanza de ciencias naturales, se han realizado investigaciones a nivel internacional y nacional.

Internacionales

En las investigaciones internacionales, se encuentra el trabajo realizado por Varela y Plasencia (2006), quienes crearon actividades lógico-científicas para desarrollar inteligencias múltiples, incluida la interpersonal, en los primeros ciclos de educación primaria en dos centros educativos de Tenerife, España.

Por su parte, Castillo y Sanclemente (2010) desarrollaron actividades para la inteligencia emocional y ciencias naturales en tres estudiantes de décimo grado en una institución educativa de Pradera; para ello, aplicaron una unidad didáctica, y evaluaron con encuestas y entrevistas, que les permitieron obtener respuestas sobre obstáculos, oportunidades y metas futuras.

Bae *et al.* (2014) examinaron el efecto de una lección STEAM en el pensamiento creativo y la inteligencia emocional de estudiantes de primaria en Corea; para ello, compararon una clase con una unidad STEAM, y otra con una lección tradicional de ciencias. En últimas, encontraron mejoras en el pensamiento creativo y la inteligencia emocional con STEAM.

Jara (2017) evaluó la relación entre la inteligencia interpersonal y el aprendizaje cooperativo en matemáticas en estudiantes de sexto grado en Chachapoyas-Amazonas, Perú. Utilizó una prueba de inteligencia interpersonal y

análisis estadísticos, y encontró una correlación del 95 % entre ambas variables, resultado que resalta su potencial para el aprendizaje.

Wiguna *et al.* (2018) identificaron perfiles de inteligencia personal en estudiantes de secundaria en Indonesia usando STEAM y la enseñanza de la ley de Newton sobre el movimiento. Los estudiantes participaron en un proyecto de fabricación de coches deportivos y neumáticos en grupos, lo que resultó en mejoras en la inteligencia interpersonal, según la autoevaluación y la evaluación por pares.

Irfan *et al.* (2018) examinaron el papel del pensamiento crítico y la inteligencia interpersonal en el aprendizaje científico de estudiantes de ciclo v en escuelas primarias de Indonesia, usando el aprendizaje cooperativo basado en problemas. Como resultado, encontraron un impacto positivo de ambas habilidades en el aprendizaje de ciencias, lo que evidencia una relación directamente proporcional entre los resultados y el nivel de pensamiento crítico e inteligencia interpersonal.

Nasution (2018) estudió el efecto del aprendizaje basado en indagación y la inteligencia emocional en 56 estudiantes de séptimo grado en dos escuelas de Benji, Indonesia. Utilizó un cuestionario Likert para la inteligencia emocional y evaluó el rendimiento científico mediante observación y prueba postclase. Encontró que la alta inteligencia emocional y el aprendizaje basado en indagación se relacionaron con el mejor rendimiento, lo que resalta la importancia de la inteligencia emocional en el aprendizaje.

Choirun *et al.* (2019) estudiaron el perfil de inteligencia interpersonal y la alfabetización científica en estudiantes de quinto grado en Kecamatan Jekulo, Kudus (Indonesia), usando el modelo de aprendizaje cooperativo *Two Stay Two Stray*. Utilizando un cuestionario de inteligencia interpersonal, los autores encontraron que este modelo mejoró la alfabetización científica, con respecto a los distintos niveles de inteligencia interpersonal.

Lismaya (2019) evaluó la inteligencia interpersonal de estudiantes del programa de biología en la Universidad de Kuningan (Indonesia), mediante actividades al aire libre en los cursos de morfología vegetal. Utilizando fichas de observación y pruebas pretest y post test, encontró un efecto estadísticamente significativo de las actividades al aire libre en la inteligencia interpersonal de los estudiantes.

Zamorano-Chico (2019) aborda la comprensión de la desmotivación y las dificultades de aprendizaje en ciencias,

proponiendo estrategias de inteligencia emocional, neuroeducación y *coaching* educativo en aulas de primaria en España, a través de un protocolo de actuación.

Suryawan *et al.* (2020) estudiaron el impacto del aprendizaje por descubrimiento en la actitud científica de estudiantes de tercer grado en Muhammadiyah Boarding School Yogyakarta, Indonesia. Evaluaron las diferencias en la actitud según la inteligencia intrapersonal e interpersonal, mediante observación y cuestionarios. Compararon dos grupos: aprendizaje por descubrimiento y clase convencional sobre energía, y hallaron una actitud científica más positiva con aprendizaje por descubrimiento, con diferencias en inteligencia interpersonal.

Nuraida y Sari (2020) evaluaron el impacto de modelos cooperativos en el aprendizaje de ciencias naturales y su relación con la inteligencia interpersonal. Mediante observación y pruebas de resultados de aprendizaje, encontraron mejores puntajes en ciencias para estudiantes en modelos cooperativos y con alta inteligencia interpersonal.

Nopiya *et al.* (2020) investigaron el efecto de la indagación guiada en el desarrollo de habilidades científicas e inteligencia interpersonal en alumnos de undécimo grado en la Escuela Secundaria Superior Estatal de Jombang Cirebon, Indonesia. Utilizaron un cuestionario de indagación sobre habilidades científicas y observación de inteligencia interpersonal antes y después de la intervención, además de observar detalladamente la aplicación del modelo de indagación guiada. Los resultados mostraron mejoras en ambas áreas, pero se destacó la contribución de la indagación guiada.

Amrina y Sutrisno (2020) compararon la inteligencia inter e intrapersonal entre estudiantes con aprendizaje guiado y aquellos con instrucción directa en soluciones electrolíticas. Usando un cuestionario y análisis estadístico (pruebas t), hallaron diferencias significativas, con mejores resultados en el grupo de aprendizaje guiado.

Bombón (2022) examinó cómo la inteligencia emocional influye en el aprendizaje de ciencias naturales en estudiantes de 5.º, 6.º y 7.º grado de la Unidad Educativa Emanuel en Ecuador. El autor utilizó encuestas y fichas de observación en 70 estudiantes. Los resultados resaltan la importancia de la inteligencia emocional en el aprendizaje de ciencias naturales.

Nacional y local

En la institución educativa San Rafael IED se han realizado investigaciones sobre conflictos escolares y

relaciones sociales, centrándose en aspectos de la inteligencia emocional. Por ejemplo, Parra-Romana (2017) desarrolló una estrategia educativa que incorporaba la danza y la expresión corporal para mejorar la interacción social de estudiantes de un grado específico. Mediante observaciones, entrevistas y sesiones de clase, el autor logró mejorar la escucha, la concentración y el comportamiento de los estudiantes. En los resultados se evidenció que la expresión corporal fue un aspecto relevante para la mejora de las interacciones sociales. Por otro lado, Archipiz *et al.* (2018) analizaron el impacto de expresiones artísticas de música y teatro como estrategia para resolver conflictos escolares en estudiantes de sexto grado. Por medio de entrevistas y talleres enfocados en expresiones artísticas, los autores fortalecieron habilidades socioemocionales como la empatía, la escucha y el asertividad, lo que le permitió a los estudiantes regular sus emociones y resolver conflictos de manera más efectiva.

Marco teórico

Inteligencia interpersonal

La inteligencia interpersonal se refiere a la capacidad de comprender e interactuar de manera efectiva con otras personas. Esta capacidad es importante en el desarrollo de relaciones sociales e implica establecer y mantener conexiones, comprender las emociones y diferencias de los demás, y asumir diferentes roles en grupos (Gardner, 1995; Armstrong, 2006). La inteligencia interpersonal está relacionada con la inteligencia intrapersonal, ya que entender a los demás implica comprender y representar las propias emociones (Castelló y Cano, 2011).

Ahora bien, la inteligencia interpersonal es polifacética, ya que incluye una amplia gama de habilidades, entre las que se incluyen, según Silberman y Hansburg (2001) y Goleman (1995):

1. **Empatía:** Implica la escucha activa del otro, lo que permite una comunicación adecuada y favorece la comprensión de las motivaciones e intereses ajenos.
2. **Comunidad asertiva:** Implica el uso de lenguaje claro, que vincule, por medio de un mensaje comprensible, a la persona que escucha.
3. **Asertividad:** Implica establecer límites y actuar con base en ellos, para que una persona exprese sus sentimientos, ideas o puntos de vista sin agresividad.
4. **Escucha activa:** implica dar y recibir información ante una situación determinada. Se relaciona con la habilidad para ofrecer y recibir cumplidos

o críticas de forma adecuada, constructiva y respetuosa.

5. **Trabajo en equipo y liderazgo:** Implica la habilidad de liderar y está relacionada con la capacidad de persuadir, convencer y motivar a otros hacia una dirección determinada. Involucra a todos los miembros de un equipo, y los hace partícipes y responsables de los logros y fracasos que se deriven del trabajo conjunto. Así mismo, exige el desarrollo de habilidades como la empatía y el asertividad.
6. **Resolución de conflictos:** Implica identificar el origen del problema y las necesidades de los implicados, lo que permite el desarrollo de una negociación que lleve a la solución del conflicto.

Interacciones biológicas

Las interacciones biológicas son relaciones y conexiones que ocurren entre organismos vivos dentro de un ecosistema. Estas son fundamentales para comprender las redes tróficas y desempeñan un papel crucial en la generación de diversidad, constituyendo así la base de diversos procesos dentro de los ecosistemas (Bohn y Amundsen, 2004; Lang y Benbow, 2013).

Las interacciones biológicas pueden dividirse en dos tipos principales: las relaciones interespecíficas, que ocurren entre individuos de especies diferentes, y las relaciones intraespecíficas, que se dan entre individuos de la misma especie (Lang y Benbow, 2013). Asimismo, las relaciones que se establecen entre especies hacen alusión a la competencia, depredación, parasitismo, mutualismo y el comensalismo (Fernández, 2017).

En el caso de la competencia, esta suele usarse para referirse a la situación en la que dos o más organismos compiten por el mismo recurso, el cual se encuentra limitado o escaso (Holomuzki, 2010). La depredación es una interacción en la que un individuo, el depredador, se beneficia al alimentarse de otro organismo, la presa, que resulta perjudicada. Esta interacción puede tener un impacto significativo tanto en el tamaño de las poblaciones como en la diversidad de especies dentro de una comunidad (Curtis y Barnes, 2007). El mutualismo se da cuando ambos organismos se benefician mediante la interacción, lo cual se traduce en mejoras en el crecimiento, la aptitud ecológica, la reproducción o la supervivencia (Badii *et al.*, 2013). El comensalismo se presenta como la relación entre dos especies diferentes; una de ellas se beneficia, mientras que la otra no presenta ni ventajas ni desventajas (Cadena Monroy, 2009). Por último, el parasitismo enmarca una interacción trófica directa entre dos organismos, en la cual uno de ellos,

el parásito, depende nutricionalmente del huésped, produciéndole algún perjuicio a este (Drago, 2017).

En la naturaleza, tales interacciones se manifiestan en una amplia gama de organismos, incluyendo la planta carnívora del género *Nepenthes*. Este género de plantas participa en diversas interacciones biológicas con microorganismos que habitan en sus fitotelmas, como protozoos, hongos, microalgas, rotíferos, así como con ciertos taxones de artrópodos, mamíferos, anfibios y aves (Greenwood *et al.*, 2011).

Inteligencia interpersonal y relaciones biológicas

Ahora bien, la enseñanza y el aprendizaje de las interacciones biológicas giran en torno a una red de saberes sobre ecosistema, población e individuos, que resulta en un eje articulador de la biología, pues remite a la complejidad de relaciones que se dan alrededor de lo vivo y la vida. Asimismo, el aprendizaje de este concepto favorece la articulación con prácticas culturales y sociales de los estudiantes, pues facilita relaciones con ellos mismos, el otro y su entorno, lo que influye en el aprendizaje (Pérez, 2019). Adicionalmente, la temática de interacciones biológicas permite al estudiante extrapolar sus conceptos a la construcción de sociedad, asociando aquellas prácticas humanas y los efectos en las dinámicas naturales de los ecosistemas, lo que les permite comprender el funcionamiento de los ecosistemas lejos de una vista antropocéntrica y asociar el aprendizaje al cuidado del entorno natural (Pérez, 2019).

En este sentido, las interacciones biológicas son un eje articulador en la biología, debido a que estudia la complejidad de las relaciones que se generan alrededor de lo vivo. De esta forma, su aprendizaje favorece la adquisición de prácticas culturales y sociales en los estudiantes (Pérez, 2019), aspectos que son importantes en la inteligencia interpersonal (Campbell *et al.*, 2000; Daza *et al.*, 2018).

Metodología

El tipo de investigación es cualitativo y toma como referentes a Hernández-Sampieri *et al.* (2014) y a Creswell (2014). El enfoque metodológico usado es del tipo inves-

tigación-acción (IA), según Latorre (2004), Colmenares y Piñero (2008), Rojas (2012) y Guevera *et al.* (2020). De igual manera, esta investigación se cimienta en el paradigma de investigación interpretativo, de acuerdo con Santos-Riviera (2010) y Beltrán y Ortiz (2021).

Participantes y contexto

La presente investigación se desarrolló en la Institución Educativa San Rafael IED sede B, ubicada en Bogotá, D.C., en la localidad octava de Kennedy. Esta institución enseña a cursos de 0 hasta 11, y la sede B se centra en preescolar y primaria. Adicionalmente, en la institución se han desarrollado una variedad de investigaciones educativas, que abordan temas de convivencia y estrategias pedagógicas para la enseñanza de áreas en ciencias, inglés, sociales, español, etc., además de uso de TICs. Se contó con 35 estudiantes de tercer grado de la jornada mañana.

Ética

Se contó con el permiso y la autorización de la coordinación académica de la jornada de la mañana de la sede B; además, se informó a los estudiantes sobre el propósito de la investigación y se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres.

Las identidades de los estudiantes fueron protegidas por la Ley 1981 de 2012, de forma que se asignaron números de serie para garantizar el anonimato de las identidades de los menores.

Fases de investigación

La presente investigación se dividió en tres fases, que se presentarán a continuación.

Fase de indagación

Durante esta fase, se aplicó un cuestionario (ver material complementario 1), con el objetivo de evaluar el nivel de habilidades interpersonales de los estudiantes hasta ese momento. El cuestionario constaba de 12 preguntas de selección múltiple (figura 1) con una única respuesta.

Figura 1. Cuestionario de entrada.


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS


COLEGIO SAN RAFAEL IED SEDE B

Nombre _____

Edad _____

Primera parte

A partir de los videos mostrados, responde las siguientes preguntas:



1. Si el erizo fuera un compañero de tu clase, ¿qué harías?

- Alejarme del erizo porque puede herirme.
- Burlarme de él con mis compañeros.
- Comprender sus sentimientos e intentar ser su amigo.
- Sentirme mal por él, pero no hacer nada
- No sé, no me importa

2. ¿Cómo crees que se sintió el erizo cuando sus compañeros lo excluían?

- Bien, le gusta herir a los demás.
- Ni bien ni mal, no le importa no tener amigos.
- Frustrado, pues pese a sus intentos no conseguía tener amigos.
- Triste, porque todos lo rechazaban.
- No sé, no me importa

Nota. Cuestionario de indagación.

Las preguntas del cuestionario planteaban una situación problema a partir de videos cortos animados, relacionados con las seis habilidades interpersonales de empatía, comunicación asertiva, asertividad, escucha activa, trabajo en equipo y liderazgo, y resolución de conflictos. En total, se realizaron dos preguntas por habilidad.

Los resultados del cuestionario fueron evaluados mediante una rúbrica construida a partir de los pos-

tulados sobre inteligencia interpersonal de autores como Goleman (1995), Gardner (1995), Silberman y Hansburg (2001) y González (2014). Dicha rúbrica consiste en seis criterios que representan habilidades de la inteligencia interpersonal; cada criterio tiene cuatro niveles (bajo, regular, alto y excelente), que dan cuenta del estado de desarrollo de la habilidad por parte de los estudiantes.

Figura 2. Rúbrica de evaluación.

Estudiante		Código		Fecha
Enunciado	Bajo	Regular	Alto	Excelente
EMPATÍA (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995)	Muestra falta de señales de reconocimiento de las emociones de sus compañeros.	Reconoce las emociones de sus compañeros, pero le es indiferente.	Reconoce las emociones de sus compañeros y se involucra en conocer la situación.	Reconoce las emociones de sus compañeros, además se involucra en conocer la situación y brindar ayuda.
COMUNICACIÓN ASERTIVA (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995)	Presenta dificultades al expresar sus sentimientos o pensamientos, y muestra una incapacidad para comunicar efectivamente lo que desea o necesita.	Expresa sus sentimientos o pensamientos, aunque a veces puede mostrar dificultades para hacerlo de manera adecuada en situaciones de tensión o conflicto.	Expresa sus sentimientos o pensamientos de manera clara y precisa en cualquier situación, pero se le dificulta identificar las necesidades o estilos de comunicación de los demás.	Expresa sus sentimientos o pensamientos de manera clara y precisa en cualquier situación, y se adapta de manera efectiva a las necesidades y estilos comunicativos de los demás.
ESCUCHA ACTIVA (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995)	Ignora cuando los demás cuentan sus sentimientos o pensamientos.	Cambia de tema cuando los demás cuentan sus sentimientos o pensamientos.	Permanece receptivo/a cuando otros expresan sus pensamientos o emociones, pero no ofrece asistencia o ayuda.	Permanece receptivo/a cuando otros expresan sus pensamientos o emociones, ofrece asistencia o ayuda cuando es necesario.
ASERTIVIDAD (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995; Caballo 1983)	Es irrespetuoso con las opiniones o sentimientos de los demás y utiliza un lenguaje inapropiado o insultante.	Muestra respeto por las opiniones o sentimientos de los demás cuando es acorde a su opinión. Usa en ocasiones lenguaje inapropiado o insultante.	Muestra respeto hacia las opiniones y sentimientos de los demás, solamente cuando está de acuerdo con ellos. Evita el uso de lenguaje inapropiado.	Muestra respeto y consideración hacia las opiniones y sentimientos de los demás, aun cuando no está de acuerdo con ellos. Además, utiliza un lenguaje constructivo para comunicarse.
TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995)	Incumple con las tareas que le fueron delegadas dentro del equipo y demuestra poca iniciativa por asumir responsabilidades o tomar decisiones en beneficio del equipo.	Contribuye al equipo, aunque incumple ocasionalmente con las tareas asignadas, y evita asumir responsabilidades o tomar decisiones en beneficio del equipo.	Completa sus tareas individuales dentro del equipo y contribuye en algunas decisiones en beneficio del equipo.	Completa las tareas asignadas y apoya a los demás miembros del equipo, además toma decisiones y responsabilidades en beneficio del equipo.
RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS (Silberman y Hansburg, 2001; Goleman, 1995)	En una discusión o conflicto prefiere el uso de la violencia física o verbal.	En una discusión o conflicto prefiere evitar la situación y apartarse.	Interviene en una discusión o conflicto, proponiendo soluciones, sin tener en cuenta las opiniones de los demás.	Interviene en una discusión o conflicto, proponiendo posibles soluciones a partir de los aportes de todos los participantes.

Nota. Rúbrica para evaluación.

Fase de diseño e implementación

En esta fase se plantearon tres clases, con un total de 10 horas. Las clases se plantearon teniendo en cuenta los resultados de la fase indagación. Para esto, se hizo énfasis en el desarrollo de aquellas habilidades con niveles bajos o regulares, o aquellas en las que se presentó más dispersión de datos.

Cada clase contó con tres momentos: el primero fue de introducción de las interacciones biológicas, usando a *Nepenthes* como modelo. El segundo fue de reflexión sobre las habilidades que se pretendió desarrollar. En el tercer momento se llevó a cabo una actividad que pretendía el desarrollo de las habilidades, teniendo en

cuenta las interacciones presentadas (ver material complementario 2).

Fase de evaluación

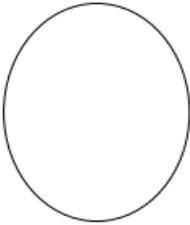
Esta fase se realizó siguiendo una evaluación formativa durante las sesiones de clase y al finalizar la fase de implementación.

Durante las actividades de cada clase, se seleccionaron momentos clave para la evaluación y se tomaron registros audiovisuales. Posteriormente, se analizaron y evaluaron estos registros usando la rúbrica mencionada previamente (figura 2) para catalogar las habilidades en diferentes niveles.

Para incluir a los estudiantes en su proceso de evaluación, se diseñó un formato de autoevaluación (ver material complementario 3). Este formato incluía un espacio para el autorretrato del estudiante, así como un cuadro con dos columnas. Cada estudiante debía colorear el emoticón que mejor representara su participación y comportamiento durante la actividad.

Figura 3. Formato de autoevaluación.

Nombre: _____
 Edad _____



Actividad				

Nota. Formato de autoevaluación.

El instrumento de evaluación final constó de dos momentos. El primer momento se enfocó en el desarrollo de las habilidades de inteligencia interpersonal desde una perspectiva teórica; en este, se diseñó un cuestionario con 9 preguntas abiertas, que constó de 6 situaciones problema (ver material complementario 4). Las situaciones problema relacionaban una interacción biológica usando a *Nepenthes* como modelo y una habilidad de la inteligencia interpersonal, por lo que las preguntas buscaban conocer el nivel de desarrollo de las habilidades en los estudiantes. En este cuestionario se evaluó también la comprensión de las interacciones biológicas tratadas en clase.

Figura 4. Cuestionario final.

Nombre _____ Edad _____

Había una vez una jarrita que estaba en una mesa disfrutando de un bonito día. De repente, vio a un ratoncito que estaba muy triste y tenía mucha hambre. El ratoncito caminaba de un lado a otro buscando algo para comer.

¿Qué harías si fueras la jarrita?

Había una vez una jarrita muy amable llamada Laura y su amigo, un pequeño lagarto llamado Emmanuel. Emmanuel solía comer algunos insectos de Laura, pero a ella no le importaba porque le gustaba compartir. Un día, Emmanuel estaba muy hambriento y se comió todos los insectos que Laura tenía. Laura se quedó sin comida y se puso triste.

¿Qué harías en esta situación si fueras Laura?

¿Qué harías en esta situación si fueras Emmanuel?

Había una vez muchas plantas de jarritas que vivían juntas en un bosque hermoso. Pero un día, se dieron cuenta de que algunas plantas producían demasiado néctar, otras tenían hojas muy grandes que tapaban las trampas y otras expelían muchas feromonas que atraían muchos insectos, pero no podían caer en las trampas. Todas estaban preocupadas y no sabían qué hacer.

¿Cómo resolverías el problema si eres una jarrita?

En un día lluvioso, Anacleta la araña poniendo sus huevos sobre la jarrita de una planta carnívora, pero debido a la lluvia resbala y cae dentro de la jarrita. Muy asustada, Anacleta empieza a chapotear intentando salir.

¿Qué diría si fueras Anacleta?

Una tarde una polilla hambrienta llega al pantano de Jarritas y se posa sobre una de ellas. Esta al notar su presencia, no se preocupa pues tiene varias amigas que la visitan, pero de un momento a otro la polilla comienza a comer la jarrita dejándola sin líquido.

¿Cómo cambiarías la situación si fueras la jarrita?

Nota. Cuestionario final.

El segundo momento se enfocó en la aplicación práctica de esas habilidades en un contexto real. Para esto, se plantearon una serie de pruebas de relevo con diferentes obstáculos, que representaban el viaje de una mosca hasta una jarra de *Nepenthes*. El viaje se tenía que completar en grupo, por lo que se formaron cuatro grupos de ocho estudiantes. El registro de esta actividad se realizó mediante videos y luego se analizaron con la rúbrica (figura 2).

Análisis estadísticos

Para el análisis de los resultados se utilizó el *software* estadístico IBM SPSS Statistics 21, y se generaron gráficas de barras por habilidad utilizando los datos de frecuencia en Microsoft Excel 2016.

Resultados

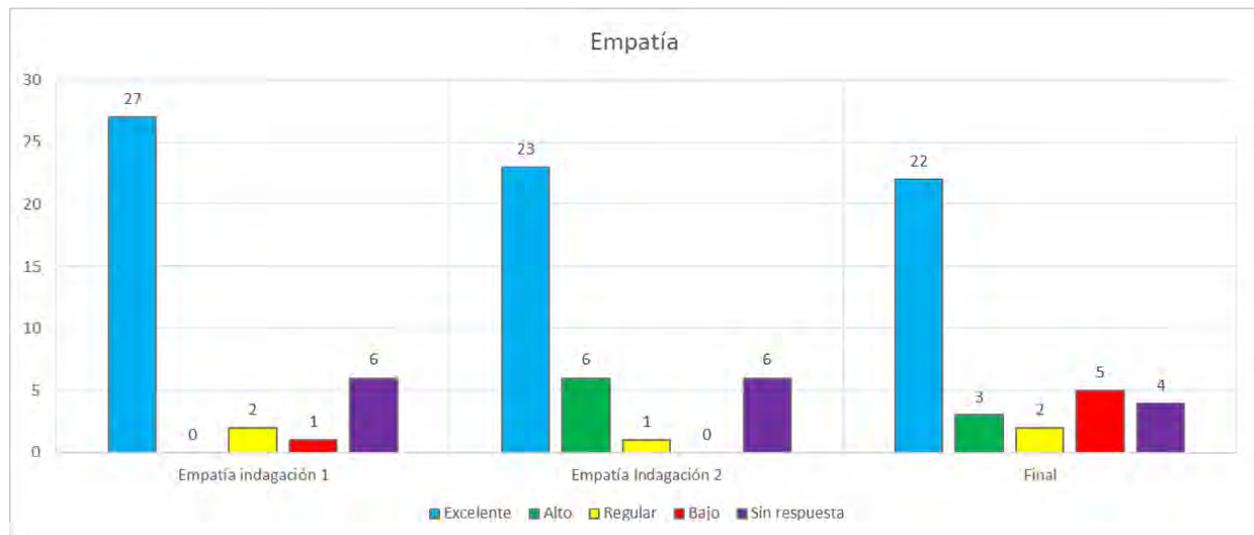
A lo largo de la investigación, participaron 36 estudiantes. La mayoría de los participantes (56,67 %) tenía 8 años, seguido por un grupo de 9 años (26,67 %). Los resultados obtenidos para cada habilidad evaluada se presentan a continuación. Es importante mencionar que en aquella categoría creada llamada “Sin respuesta” para las diferentes habilidades, se encuentran los estudiantes que no asistieron a las clases o se retiraron.

Empatía

En cuanto a la habilidad de empatía, los resultados de la investigación revelaron lo siguiente. En la primera situación del cuestionario inicial (ver material complementario 1), 27 estudiantes demostraron un nivel excelente, mientras que en la segunda pregunta, 23 estudiantes mantuvieron ese mismo nivel y 6 alcanzaron un nivel alto. Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes, según la rúbrica utilizada (figura 2), “Reconocen las emociones de sus compañeros y están dispuestos a involucrarse para comprender la situación y ayudar”.

En la evaluación final, a través del cuestionario, se observó una disminución en el número de estudiantes con un nivel excelente, con un total de 5 menos, en comparación con el cuestionario inicial, lo que significa que 22 estudiantes mantuvieron el nivel excelente. Sin embargo, se evidenció un aumento en el número de estudiantes con un nivel bajo, pasando de 0 en el cuestionario inicial a 5 en el cuestionario final (ver material complementario 4). De esta forma, los resultados sugieren que los estudiantes “Muestran falta de reconocimiento en las señales de las emociones de sus compañeros”.

Figura 5. Resultados empatía.



Nota. Grafica resultados generales de empatía.

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Comunicación asertiva

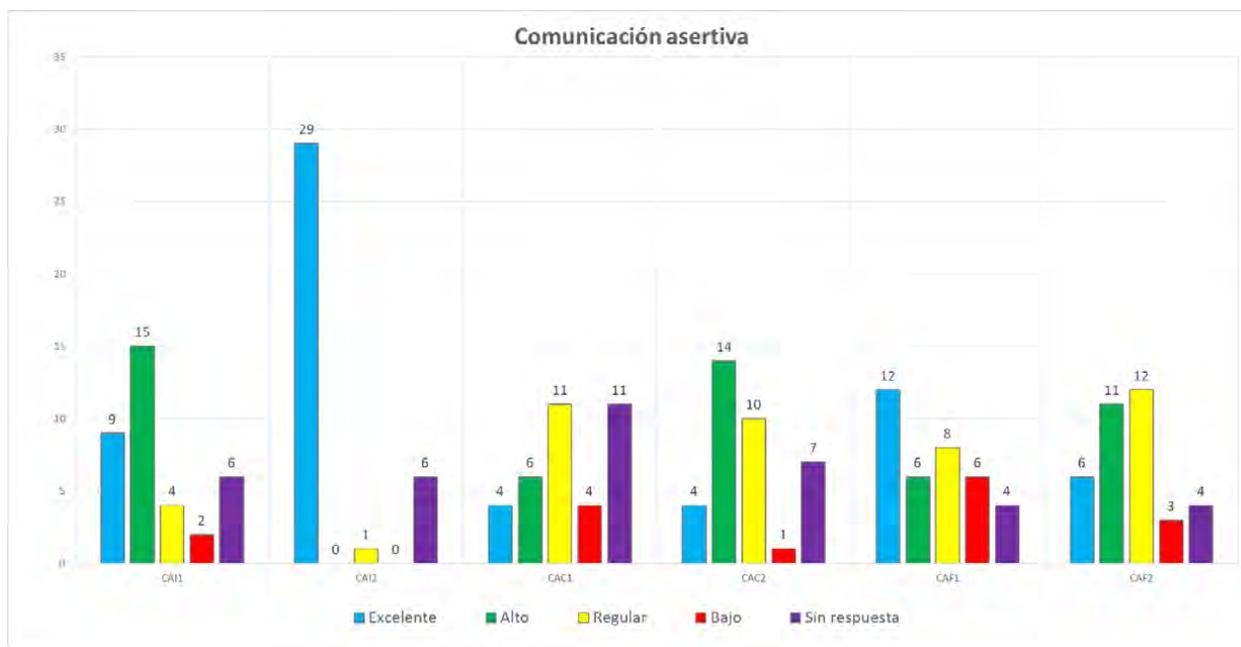
En relación con la habilidad de comunicación asertiva, se observó un descenso, comparado con la evaluación inicial, en la que había muchos estudiantes de altos (15 estudiantes) y excelente (29 estudiantes), según la rúbrica. Esto implica que una mayor proporción de estudiantes “Expresaban sus sentimientos o pensamientos de manera clara y precisa en cualquier situación, y se adaptaban de manera efectiva a las necesidades y estilos comunicativos de los demás”. Esta tendencia se mantuvo constante durante la evaluación continua de las actividades planteadas y la evaluación final.

En la primera actividad, se observó que un gran número de estudiantes estaba en el nivel regular (11), mientras que 6 estudiantes estaban en nivel alto, y 4 en nivel bajo. Esto sugiere que una gran parte de los estudiantes, según la rúbrica, “Tienen dificultades para reconocer y expresar sus ideas durante las actividades en clase”. En la segunda actividad se notó un aumento en el nivel de los estudiantes, aunque 10 estudiantes se mantuvieron en nivel regular, hubo un aumento en el número de estudiantes en nivel alto (14) y una disminución

en el número de estudiantes en nivel bajo (1). Esto indica que un porcentaje significativo de estudiantes, de acuerdo con la rúbrica, “Fueron capaces de expresar sus ideas, aunque aún presentaban dificultades para comprender las necesidades y estilos comunicativos de otros”.

En la evaluación final, en la fase de cuestionario teórico, se encontró que unos 12 estudiantes estaban en nivel excelente, lo que evidencia la reducción en el número de estudiantes en el nivel de excelente, comparado con la pregunta 2 del cuestionario inicial, y un aumento, en comparación con la pregunta 1. En cuanto a la fase de evaluación práctica, se observó un aumento en el número de estudiantes en nivel regular (11) y una disminución en los estudiantes en nivel alto (11), en comparación con los resultados obtenidos durante el desarrollo de las actividades (figura 2). Esto indica, de acuerdo con la rúbrica, que los estudiantes teóricamente “Responden de manera clara expresando sus sentimientos en cualquier situación y adaptándose a las necesidades”; sin embargo, en la práctica demostraban “Dificultades para expresar sus sentimientos o pensamientos de manera adecuada en algunas ocasiones”.

Figura 6. Resultados Comunicación asertividad.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016. Comunicación asertividad. CAI1 (comunicación asertiva indagación 1), CAI2 (comunicación asertiva indagación 2), CAC1 (comunicación asertiva clase 1), CAC2 (comunicación asertiva clase 2), CAF1 (comunicación asertiva final 1, teórico), CAF2 (comunicación asertiva final 2, práctico).

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Asertividad

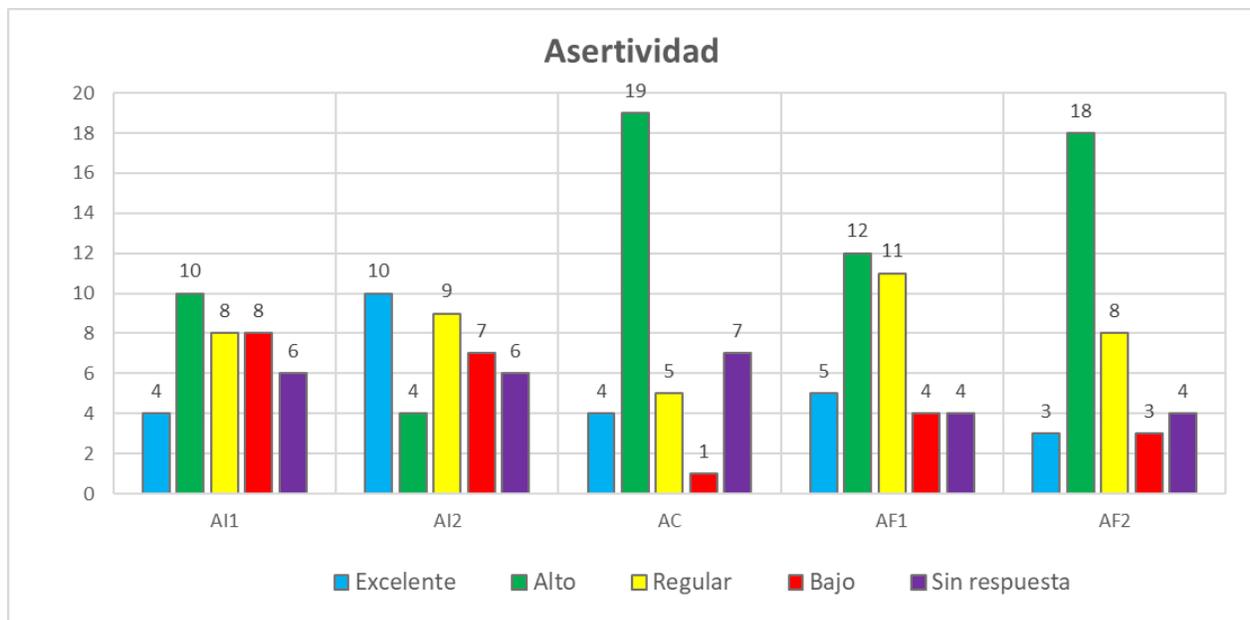
Respecto a la habilidad de asertividad, y al comparar los resultados obtenidos en la fase de indagación con los obtenidos en la clase realizada y en la evaluación final, se observan cambios significativos en los niveles demostrados por los estudiantes.

Durante la fase de indagación, se evidenció la prevalencia de los niveles alto y excelente en la primera situación, con 10 estudiantes en nivel alto y 4 en nivel excelente; mientras que, en la segunda pregunta, el número de estudiantes aumentó en el nivel excelente, con 10 estu-

diantes, y en el nivel alto, con 4 estudiantes. En cuanto a la implementación, se registraron 19 estudiantes en el nivel alto. El nivel alto se mantuvo en la fase de evaluación final, contando con 18 estudiantes en este nivel para la actividad final; pero en el cuestionario, hubo un leve descenso, con 12 estudiantes en nivel alto, y 11 en nivel regular (figura 7).

Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes se encuentran en un nivel alto, según lo establecido en la rúbrica, que indica que “Muestra respeto hacia las opiniones y sentimientos de los demás, pero únicamente cuando está de acuerdo con ellos y evita el uso de lenguaje inapropiado”.

Figura 7. Resultados asertividad.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016. Asertividad. AI1 (asertividad 1, cuestionario inicial pregunta 1), AI2 (asertividad 2, cuestionario inicial pregunta 2), AC (asertividad, implementación), AF1 (asertividad, cuestionario final), AF2 (asertividad, actividad final).

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Escucha activa

Para la habilidad de escucha activa, en la primera situación del cuestionario de entrada se obtuvo que un 50 %, (15) de los participantes, se encontraron en el nivel regular; un 40 % (12), en el nivel excelente; y un 10% (3), en el nivel alto. Para la segunda situación, de la habilidad de escucha activa, se obtuvo que un 46,67 %, (14) de los participantes, se encontraron en el nivel de excelente; un 36,67 % (11), en el nivel alto; y, por último, un 16,67 % (5), en el nivel regular (figura 4, EAI1 Y EAI2).

Para la evaluación de escucha activa, durante la implementación se observó que 14 estudiantes se encontraron un nivel alto de escucha activa (figura 4, apartado EAC).

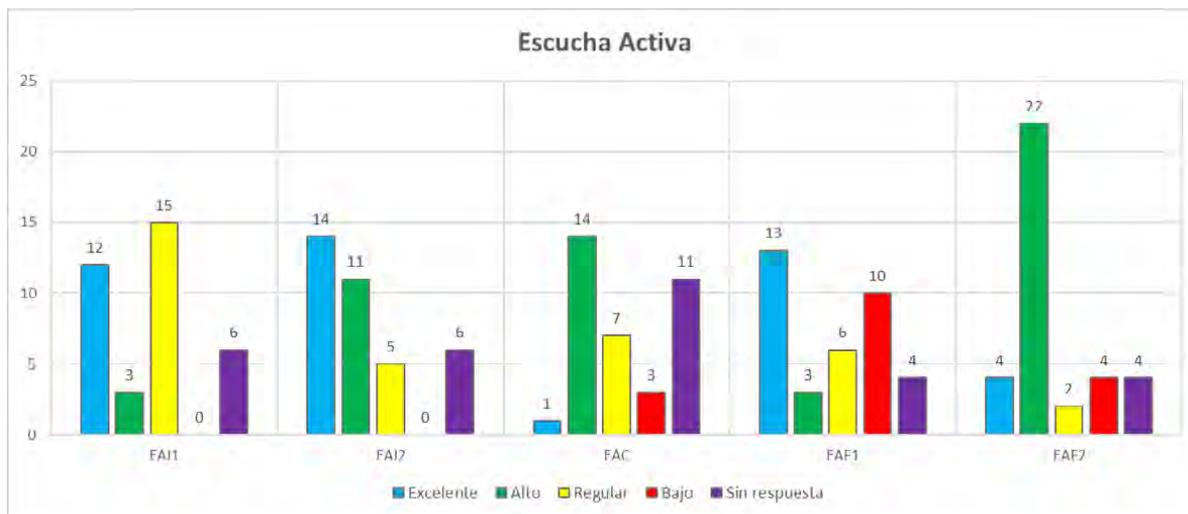
En la evaluación final, se observó que, para el cuestionario, la mayoría de los estudiantes (14) demostraron un nivel excelente, pero se evidenció que muchos estudiantes (10) se encontraron en el nivel bajo (figura 4, apartado EAF1). En cuanto a la actividad de la evaluación final, se encontró que la gran mayoría de los participantes (22) mostraron un alto nivel de escucha activa, similar a lo

observado durante las prácticas en clase (figura 8, en los apartados EAF2).

Para esta habilidad, de acuerdo con la rúbrica, el nivel bajo se atribuye a aquellos estudiantes que “Ignoran cuando los demás cuentan sus sentimientos o pensa-

mientos”, mientras que el nivel regular se caracteriza por “Cambiar de tema cuando los demás cuentan sus sentimientos o pensamientos”. Por otro lado, el nivel alto corresponde a aquellos estudiantes que “Permanecen receptivos/as cuando otros expresan sus pensamientos o emociones, pero no ofrecen asistencia o ayuda”.

Figura 8. Resultados escucha activa.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016. Escucha activa. EAI1 (escucha activa, cuestionario inicial primera pregunta). EAI2 (escucha activa, cuestionario inicial segunda pregunta). EAC (escucha activa fase implementación). EAF1 (escucha activa, cuestionario final). EAF2 (escucha activa, actividad evaluación final).

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Trabajo en equipo y liderazgo

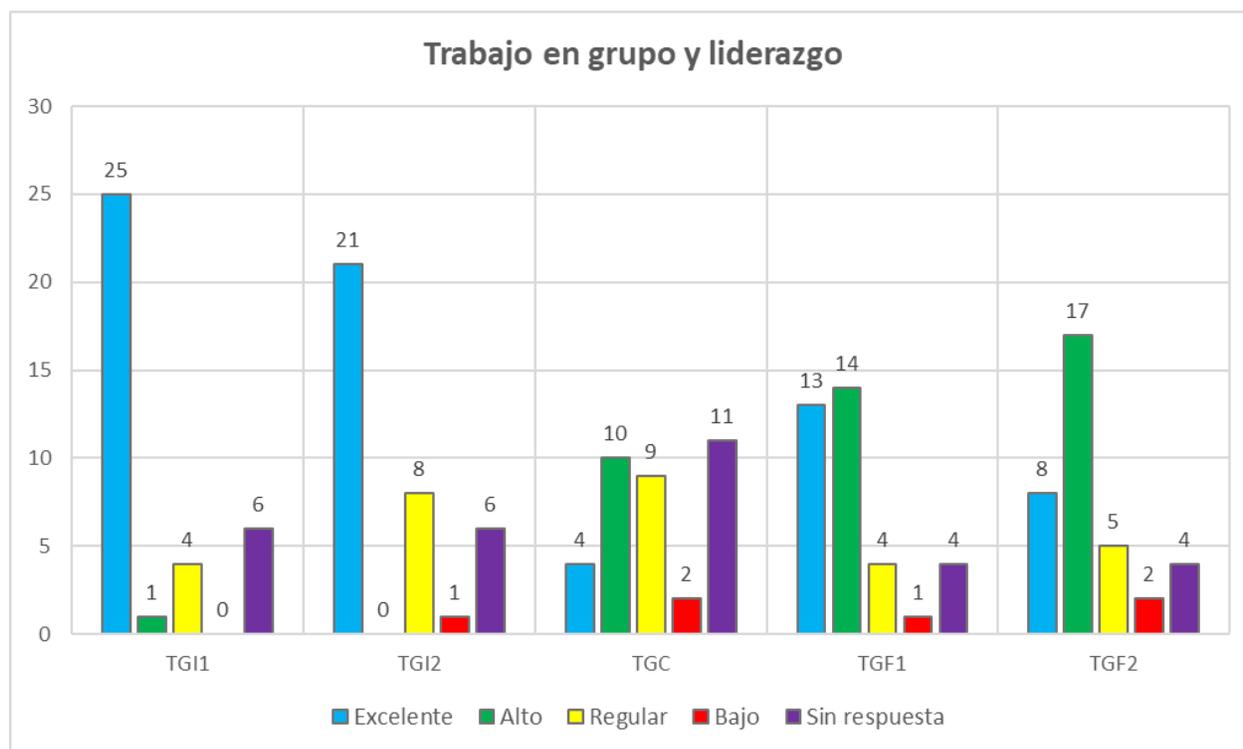
Al analizar los resultados de la primera situación del cuestionario de entrada (material complementario 1) sobre trabajo en equipo, se observa la ausencia de respuestas en el nivel bajo. Así mismo, destacan muchas respuestas en el nivel excelente, con 25. En la segunda situación, se obtuvo un 70 % de respuestas (21) en el nivel excelente, seguido por el 26,67 % (8) en el nivel regular y solo una respuesta en el nivel bajo (figura 9, apartados TGI1 y TGI2). Esto indica que, según la rúbrica, los estudiantes “Completan las tareas asignadas y apoyan a los demás miembros del equipo, además de tomar decisiones y responsabilidades en beneficio del equipo”.

En cuanto a la implementación, se observa que 27,78 % de los estudiantes están en un alto nivel de trabajo en equipo y liderazgo, y un 25 % de los estudiantes están en el nivel regular (figura 9, apartado TGC). Estos resultados

presentan una diferencia significativa en comparación con los resultados obtenidos en el formulario diagnóstico, donde el nivel era más bajo.

En la evaluación final, en el primer apartado del cuestionario, la mayoría de los participantes (14) se encuentra en el nivel alto, seguido por 13 respuestas en el nivel excelente y solo una respuesta en el nivel bajo (figura 9, apartado EAF1). En cuanto a la actividad práctica de la evaluación final, se observa que la mayoría de los estudiantes (17) muestran un nivel alto en el desempeño de la actividad, seguidos por 8 estudiantes en el nivel excelente. Además, se encontraron 5 estudiantes en el nivel regular y dos estudiantes en el nivel bajo (figura 5, apartado EAF2). En promedio, la mayoría de los estudiantes se encuentran en un nivel alto en dicha habilidad, lo que, según la rúbrica, indica que “Completa sus tareas individuales dentro del equipo y contribuye en algunas decisiones en beneficio del equipo”.

Figura 9. Resultados trabajo en grupo y liderazgo.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016. Trabajo en equipo y liderazgo. TGI1 (trabajo en equipo y liderazgo 1, cuestionario inicial pregunta 1), TGI2 (trabajo en equipo y liderazgo 2, cuestionario inicial pregunta 2), TGC (trabajo en equipo y liderazgo, implementación), TGF1 (trabajo en equipo y liderazgo, cuestionario final), TGF2 (trabajo en equipo y liderazgo, actividad final).

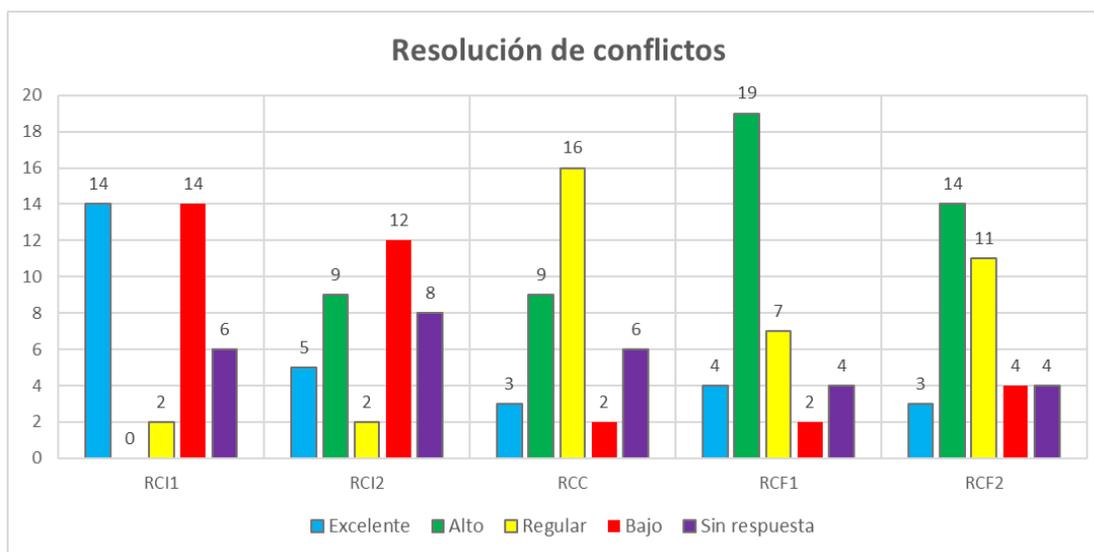
Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Resolución de conflictos

Durante la fase de indagación, se evidenció que la resolución de conflictos fue la habilidad en la que los estudiantes encontraron más dificultades en el cuestionario de entrada (ver material complementario 1). En la primera situación, los resultados se distribuyeron entre los niveles excelente y bajo, ambos con un 46,67 % de respuestas. En la segunda pregunta, el nivel predominante fue bajo, con 12 estudiantes en ese nivel, lo que indica que la mayoría de los estudiantes, en promedio, se encuentran en un nivel bajo en esta habilidad. Esto evidencia, según la rúbrica, que los alumnos “En una discusión o conflicto prefiere el uso de la violencia física o verbal”.

Ahora bien, en la fase de implementación se observó una estabilización en el nivel de los estudiantes, ya que la mayoría alcanzó el nivel regular, lo cual, según los niveles asignados, evidencia que “En una discusión o conflicto prefiere evitar la situación y apartarse”. En la evaluación final, hubo el mayor aumento en el nivel de habilidad. Tanto en la situación 1 como en la 2, el nivel predominante fue el alto, lo que indica un progreso en el desarrollo de la habilidad (figura 10). Esto señala que, según la rúbrica, los estudiantes “Interviene(n) en una discusión o conflicto, proponiendo soluciones, sin tener en cuenta las opiniones de los demás”.

Figura 10. Resultados escucha activa.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016. Resolución de conflictos. RCI1 (resolución de conflictos 1, cuestionario inicial pregunta 1), RCI2 (resolución de conflictos 2, cuestionario inicial pregunta 2), RCC (resolución de conflictos, implementación), RCF1 (resolución de conflictos, cuestionario final), rcf2 (resolución de conflictos, actividad final).

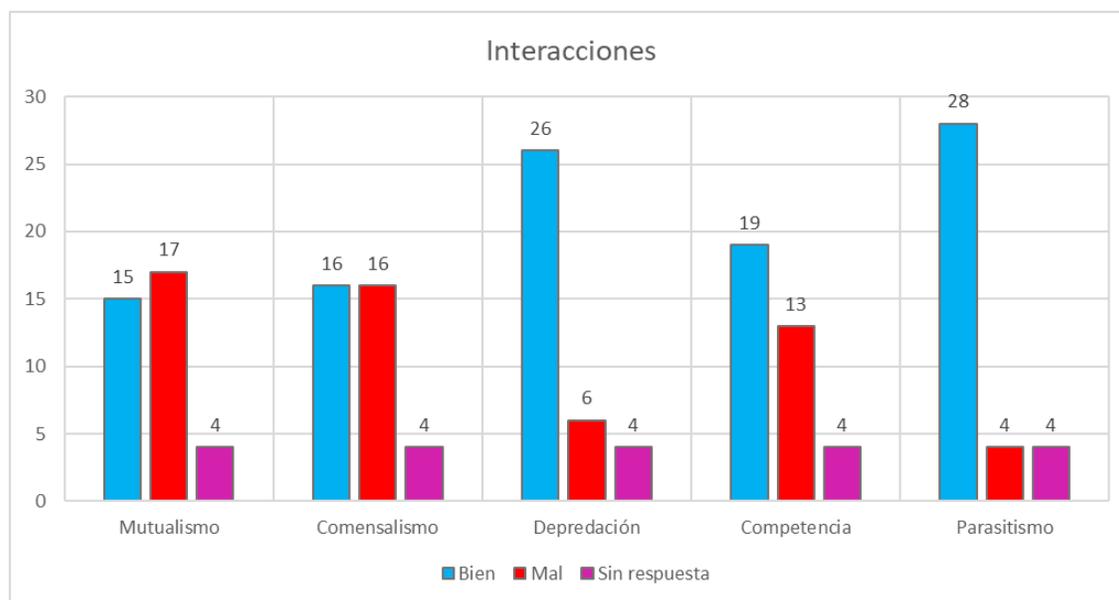
Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Interacciones

En relación con las interacciones del cuestionario final, se observó que 15 estudiantes respondieron correctamente, mientras que 17 no lo hicieron. En el caso del mutualismo, 16 estudiantes acertaron; y otros 16,

no. En el comensalismo, 19 estudiantes respondieron correctamente, y 13 no. En el parasitismo, 28 estudiantes acertaron; y solo 4, no. Estos resultados indican que las interacciones que presentaron mayor dificultad para ser identificadas por los estudiantes fueron el mutualismo y el comensalismo (figura 11).

Figura 11. Resultados interacciones.



Nota. Interacciones biológicas cuestionario final.

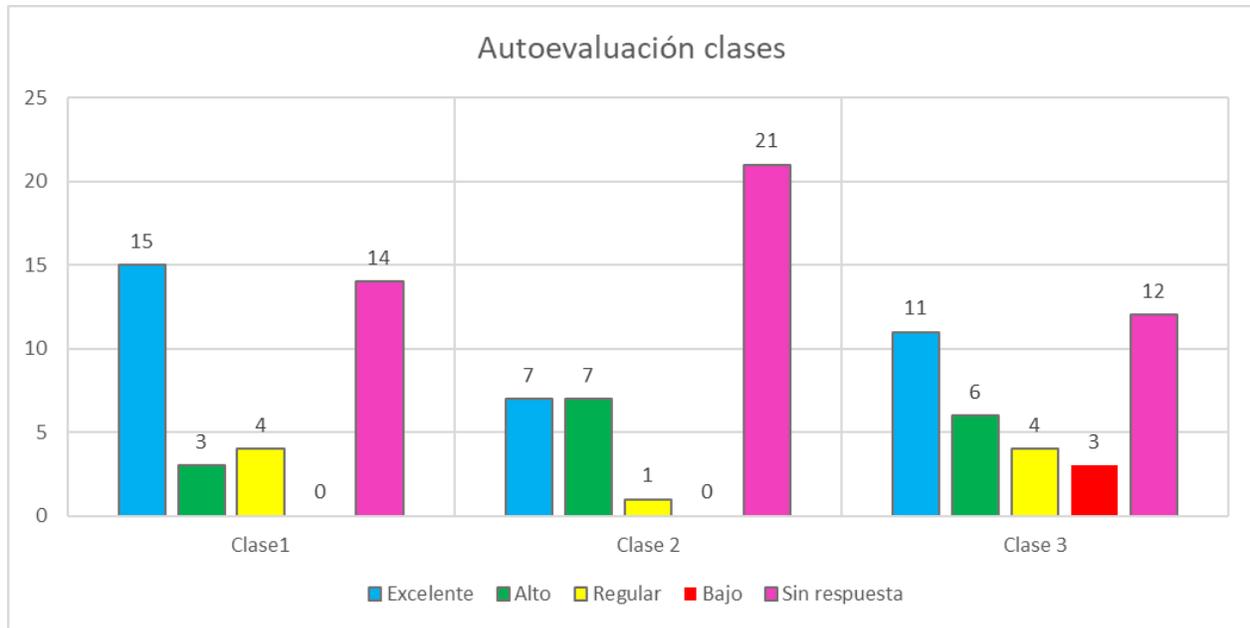
Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Autoevaluación

En relación con la autoevaluación de cada estudiante de su comportamiento durante el desarrollo de las actividades (figura 12), la mayoría de ellos (15) consideró que su nivel de comunicación asertividad, escucha activa y trabajo en equipo era excelente. Por otro lado, en la clase 2 los estudiantes consideraron que su nivel de

comunicación asertiva y asertividad en el desarrollo de las actividades planteadas estuvo entre excelente y alto, con 7 estudiantes cada uno. Por último, en contraste con el nivel de las habilidades mencionadas anteriormente, para resolución de conflictos en la tercera clase, se obtuvo que, aunque la mayoría consideró que estaba en nivel excelente (11), varios estudiantes manifestaron que su nivel estaba entre alto (6), regular (4) y bajo (3).

Figura 12. Resultados de la autoevaluación realizada por los estudiantes durante el desarrollo de los estudiantes.



Nota. Resultados obtenidos del programa Excel 2016.

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Diseño e implementación

Las actividades que se diseñaron para el desarrollo de cada habilidad se realizaron durante tres sesiones de clase. En la primera se desarrolló comunicación asertiva, escucha activa y trabajo en equipo, a través de la

depredación mediante comensalismo y mutualismo; la segunda clase se enfocó en comunicación asertiva y asertividad, a través de mutualismo y comensalismo; mientras que en la tercera clase se desarrolló resolución de conflictos, por medio del parasitismo y competencia (figura 13).

Figura 13. Evidencias de implementación



Nota. Evidencias de la fase de implementación.

Fuente: elaboración propia, SPSS 19.0.

Discusión

Partiendo de los trabajos de Silberman y Hansburg (2001) y Goleman (1995), se establecieron las distintas categorías de la rúbrica de evaluación, las cuales fueron utilizadas para analizar el desarrollo de las habilidades de inteligencia interpersonal entre los estudiantes. La rúbrica fue validada por expertos en el campo. Ahora bien, a continuación se explorarán las distintas habilidades destacadas por los teóricos de referencia, centrándose en su desarrollo a lo largo de la investigación.

Empatía

La reducción en el número de estudiantes en el nivel excelente y el aumento significativo en el número de estudiantes en el nivel bajo en la habilidad de empatía, pueden ser atribuidos a las características de las evaluaciones, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Ahumada y Orozco, (2019), en los cuales se encontró un incremento del nivel al realizar preguntas tipo Likert para medir la habilidad. Durante la fase de indagación, se utilizaron preguntas de opción múltiple que brindaban a los estudiantes opciones específicas y poca libertad de opciones, mientras

que en el cuestionario final se manejó un formato de preguntas abiertas, lo que permitió respuestas más reflexivas y menos limitadas por opciones preestablecidas (Rincón, 2014).

Además, se observó que mientras durante la fase de indagación se detectaron casos de copia de respuestas, en la segunda fase se implementó un enfoque más riguroso, que requería que los estudiantes respondieran de manera individual. Esta diferencia en las condiciones de evaluación también podría haber contribuido a las disparidades en los resultados, lo que demuestra la importancia de garantizar la integridad académica y la equidad en el proceso de evaluación.

Por último, es crucial señalar que la habilidad de empatía no se abordó prioritariamente en la estrategia educativa implementada. Esta falta de enfoque específico podría haber impactado negativamente en el desarrollo de la empatía entre los estudiantes, lo que posiblemente se reflejó en los resultados finales de la evaluación. El hallazgo subraya la necesidad de incluir en el currículo educativo la enseñanza y la práctica de habilidades socioemocionales, como la empatía, así como reconocer su importancia para el éxito académico, y el bienestar personal y social de los estudiantes.

Comunicación asertiva

Al analizar la habilidad de comunicación asertiva de los estudiantes se observó una diferencia entre las respuestas de la primera y segunda pregunta del cuestionario inicial. Esta disparidad podría ser el resultado de la naturaleza de la pregunta, ya que la primera pedía una acción directa frente a una situación, mientras que la segunda hacía referencia a una opinión. Es probable que los estudiantes se sientan más cómodos opinando sobre actitudes ajenas, que al realizar una acción en una situación donde ellos mismos son los directamente afectados.

La disparidad que se encuentra en las respuestas de comunicación asertiva –ya sea en indagación, implementación y examen final– puede ser consecuencia de que la habilidad no es un rasgo de la persona, sino de la conducta, y esta, al no ser una conducta universal o algo que siempre se mantenga estable, es algo que varía, dependiendo de la persona, la situación y el momento, ya que una persona puede mantenerse asertivo en ciertas circunstancias, pero en otras no, como lo explica Caballo (1983). Además, la habilidad de comunicación asertiva es compleja, pues no solo abarca la forma en que se expresan los mensajes, sino también el momento oportuno para hacerlo, e implica la capacidad de relacionar los propios pensamientos y emociones con los de los demás, mediante el uso del lenguaje verbal y no verbal. Sumado a ello, la comunicación asertiva se relaciona con actitudes y comportamientos que explican la relación entre problemas en la comunicación y problemas de convivencia de algunos estudiantes (Aguirre *et al.*, 2008; Helland *et al.*, 2014).

Estos hallazgos pueden ser contrastados con los resultados obtenidos por Hoyos y Sinning (2019), quienes identificaron dificultades en la comunicación asertiva y el diálogo en el post test. Esto sugiere que, a pesar de observarse una ligera mejora en la habilidad de comunicación asertiva (de muy poco a algunas veces), aún se mantiene en un nivel intermedio, similar al encontrado en la presente investigación.

Escucha activa

La diferencia entre las preguntas de escucha activa en la fase de indagación refleja una variación en el nivel de los estudiantes en esta habilidad, lo que permite determinar que ejecutar una acción frente a una situación resulta más desafiante para los estudiantes que comprender y opinar sobre el comportamiento de los demás.

El incremento de estudiantes en el nivel bajo en el cuestionario final revela obstáculos en el desarrollo de esta

habilidad. Estas dificultades pueden deberse a diferencias en los ritmos de escucha y pensamiento, a la retroalimentación y comprensión recibida por parte de los estudiantes, así como a obstáculos actitudinales relacionados con concepciones erróneas, estereotipos o la actitud del estudiante sobre la situación planteada (Prado *et al.*, 2019; Rodríguez, 2019). Además, la diferencia puede estar influenciada por las preguntas abiertas del cuestionario final, que permiten respuestas más profundas y espontáneas que las preguntas cerradas (Rincón, 2014). Este resultado coincide con la investigación de Cárdenas (2019) en los estudiantes de sexto grado.

Ahora bien, el incremento significativo de estudiantes en el nivel alto en la actividad final, en comparación con la actividad en clase, demuestra un cambio actitudinal y comportamental más allá de un cambio conceptual. Así pues, las actividades lúdicas con los estudiantes son más beneficiosas para el desarrollo de la habilidad de escucha activa. Este resultado coincide con la investigación de Naranjo (2021), que trabajó con estudiantes de segundo grado de primaria.

Asertividad

Según los resultados anteriores, en la capacidad de asertividad los estudiantes mejoraron su nivel, pero una cantidad se mantuvo en el nivel regular, lo que coincide con los resultados de Rojas (2019), en los cuales los estudiantes de tercero de primaria fortalecieron la asertividad con actividades lúdicas y un cuento, actividades similares a las realizadas en este estudio.

El mejoramiento de esta habilidad, según los resultados, se puede deber a que, según Mesa *et al.* (2013), la asertividad es una habilidad que, tanto en niños como en adolescentes, se genera durante la interacción social. De acuerdo con esto, la etapa de la infancia se caracteriza por grandes cambios que llevan al individuo a buscar nuevos espacios de socialización con su entorno para consolidar relaciones íntimas (Fidel y Rosero, 2012). Asimismo, en Da Dalt y Difabio (2002) se menciona que la asertividad puede ser resultado de una buena educación y la interacción familiar, por lo que en esta incide el contacto y las actitudes de los padres hacia sus hijos. Esto puede explicar por qué algunos estudiantes se mantuvieron en el nivel regular.

Trabajo en equipo y liderazgo

Respecto a la fase de indagación y el cuestionario de la evaluación final, se observa una disminución en el nivel de los estudiantes, lo que coincide con lo mencionado para otras habilidades: la respuesta abierta permite

mayor libertad y acercarse, aún más, a la percepción del estudiante (Rincón, 2014). Ahora bien, al comparar estos resultados con la actividad final se observa un resultado diferente, que se relacionaría con los obtenidos para comunicación asertiva y otras habilidades, lo que demuestra la complejidad de todas las habilidades de la inteligencia interpersonal, puesto que se persigue un objeto en común, mientras se relaciona con los otros (Paricahua *et al.*, 2018).

El mejoramiento de la habilidad, desde la implementación hasta la actividad final, se debe al fortalecimiento en relaciones con otros durante las actividades realizadas. Esto es congruente con los resultados obtenidos por Andueza (2015), quien en su investigación demostró que desde la sociomotricidad se pueden desarrollar habilidades de trabajo en equipo, pues se relaciona a los estudiantes con su cuerpo, entorno y compañeros. En resumen, la implementación de actividades desde la motricidad y la lúdica conducen al mejoramiento en el comportamiento y actitudes de los estudiantes frente al trabajo en equipo.

Resolución de conflictos

La habilidad de resolución de conflictos mejoró a lo largo de las diferentes etapas de investigación. Durante la fase de indagación, se observaron resultados variados, en su mayoría correspondientes a un nivel bajo. Conforme avanzaron las clases y se hizo la evaluación final, se evidenció una mejora significativa, ya que la mayoría de los estudiantes alcanzaron un nivel alto. Este incremento puede atribuirse, según lo menciona Prado (2021), al beneficio que el proceso de resolución de conflictos obtiene al desarrollar habilidades sociales, como la escucha activa, la buena comunicación, el asertividad y el trabajo en equipo. Estas habilidades resultan indispensables para abordar y resolver conflictos de manera efectiva. En cada sesión se plantearon diferentes problemáticas para que los participantes buscarán posibles soluciones, lo que permitió que el desarrollo de esta habilidad fuera constante.

Estos hallazgos coinciden con los resultados del estudio de Cardona *et al.* (2019), en los cuales se menciona que los participantes de la etapa de infante presentan respuestas más unilaterales en el proceso de resolución de conflictos, lo cual concuerda con el nivel alto observado en la investigación. En ambos casos, se observa que los individuos tienden a intervenir y ofrecer soluciones, pero estas suelen ser más unilaterales, ya que tienden a priorizar su propia opinión por encima de la de los demás. En el trabajo de Cardona *et al.* (2019) se menciona que manejar más actividades de resolución de conflictos

ayuda a los estudiantes a generar más respuestas con un carácter bilateral.

Autoevaluación

Se observan diferencias entre los resultados de la autoevaluación de los estudiantes y los obtenidos en las habilidades evaluadas en clase. En las clases 1 y 3 se notan diferencias significativas: mientras que en la clase 1 predominan los niveles regulares en comunicación asertiva y altos en escucha activa y trabajo en grupo, la autoevaluación muestra un nivel excelente. En la clase 3 ocurre lo mismo: aunque predominan los niveles altos y regulares en resolución de conflictos, los estudiantes se autoevalúan como excelente. Por otro lado, la autoevaluación de la clase 2 se correlaciona con los niveles registrados por los estudiantes.

Estas discrepancias pueden ser resultado del complejo sistema de actitudes que influyen en la autoevaluación, el cual se ve influenciado por la edad y requiere desarrollo continuo. Por tanto, es fundamental enseñar y aprender a autoevaluarse, lo que implica una mayor responsabilidad por parte del estudiante en su propio proceso de aprendizaje y la necesidad de reconocer sus actitudes frente a este (Cardozo y Alderete, 2009; Delgado y Oliver, 2010).

Por ello, la autoevaluación es crucial para el desarrollo personal y académico del estudiante, y contribuye a una comprensión más profunda de sus fortalezas y áreas de mejora. Esto promueve un aprendizaje más efectivo y significativo (Basurto-Mendoza *et al.*, 2021), lo que se relaciona con el desarrollo de habilidades interpersonales.

Interacciones

Las interacciones que presentaron mayores dificultades para los estudiantes fueron el mutualismo, el comensalismo y la competencia. Según Pérez (2019), esto se debe a que los estudiantes suelen interpretar estas situaciones en beneficio y daño, sin relacionarlas con los conceptos biológicos correspondientes. Esta dificultad se hizo evidente durante el repaso previo a la implementación, en el cual los estudiantes explicaban las interacciones basándose en ejemplos concretos. Estos hallazgos coinciden con los resultados del estudio de Villareal (2018), quien menciona que aproximadamente el 50 % de los estudiantes confunde o no comprende los conceptos de mutualismo y comensalismo.

El parasitismo y la depredación fueron más sencillas de identificar para los estudiantes porque la primera se

asociaba a un efecto negativo en la planta de *Nepenthes*, mientras que la depredación es un proceso más visible y evidente en la naturaleza. La depredación, también, se puede relacionar con las experiencias y necesidades básicas, como alimentarse. En adición, recibe mucha atención por los programas educativos, libros y los medios de comunicación, debido a su carácter dramático. En contraste, las interacciones mutualistas, en las que dos especies se benefician mutuamente, pueden ser más sutiles y menos visibles. Esto se evidencia cuando se busca la palabra *Predation* y *Mutualism* en la lista de videos publicados por la *National Geographic*, puesto que la primera arroja más de 100 resultados; mientras que la segunda, apenas 1.

De forma general, los resultados evidencian la necesidad de enfocar aún más las clases en el desarrollo de habilidades en relación con las interacciones biológicas, por lo que se vuelve necesario exponer a los estudiantes a los aspectos clave de las habilidades y regular los comportamientos negativos en el comportamiento de ellos, lo que favorecería un desarrollo más completo de estas habilidades. Además, es importante mencionar que se requiere más tiempo (sesiones de clase) para el desarrollo de habilidades interpersonales que permitan obtener resultados más visibles en todas las áreas, especialmente en las habilidades de mayor complejidad, como la comunicación asertiva, el trabajo en equipo, la asertividad y la escucha activa, las cuales requieren constancia y mayores niveles de complejidad. Sumado a lo anterior, los resultados demuestran la necesidad de apoyar constantemente todas las habilidades de la inteligencia interpersonal, pues son significativas para el aprendizaje de los estudiantes y permitirán lograr objetivos planteados a futuro.

Conclusiones

El análisis comparativo entre los resultados iniciales y finales, así como la evaluación continua realizada durante la investigación, reveló un incremento en la cantidad de estudiantes que demostraron habilidades en resolución de problemas y asertividad; sin embargo, se observaron variaciones en la comunicación asertiva, la escucha activa y el trabajo en equipo. Estos resultados destacan la complejidad del desarrollo de las habilidades de inteligencia interpersonal y sugieren que al enseñar interacciones biológicas, se fortalecen las habilidades interpersonales, debido a que son relaciones que ocurren entre dos o más organismos, y que al ser integradas en las clases, requieren la realización de actividades donde se dé la constante interacción entre los estudiantes. No obstante, es importante enfocar aún más la enseñanza en habilidades relacionadas con las

interacciones biológicas, con el fin de abordar problemas de convivencia y comportamiento en los estudiantes, y lograr un avance más significativo en dichas habilidades.

Consideraciones finales

Los hallazgos de esta investigación destacan la importancia de considerar ciertos aspectos en futuras investigaciones sobre la inteligencia interpersonal y la enseñanza de las interacciones biológicas. En primer lugar, se sugiere aumentar el tiempo dedicado al desarrollo de las actividades, así como dar mayor visibilidad a la habilidad en relación con la interacción específica que se aborda. Además, se recomienda evitar la evaluación de los estudiantes mediante cuestionarios de respuesta cerrada, ya que esto puede llevar a respuestas idealizadas en lugar de respuestas más realistas.

Se recomienda a los futuros investigadores que continúen explorando cómo integrar la enseñanza de la biología con el desarrollo de habilidades interpersonales. Esto implica considerar el contexto y las relaciones sociales de los estudiantes, así como fomentar la práctica de actividades grupales de juego y trabajo en equipo, lo que favorecería el desarrollo de estas habilidades en las aulas.

Rreferencias

- Aguirre, O., Mesa, J., Morales, S. y Saldarriaga, G. (2008). *La comunicación asertiva: Herramienta de la práctica pedagógica que permite mediar las dificultades en el aprendizaje*. [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio UDEA. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bits-tream/10495/27031/1/AguirreMaria_2008_ComunicacionAsertivaHerramienta.pdf
- Ahumada, A. y Orozco, C. (2019). *Entrenamiento de habilidades sociales: Una estrategia de entrenamiento de habilidades sociales: una estrategia de intervención para el fortalecimiento de la convivencia escolar*. [Tesis de maestría, Universidad de la Costa]. Repositorio Universidad de la Costa. <https://repositorio.cuc.edu.co/>
- Amrina, H. y Sutrisno, H. (2020) Application of guided inquiry learning model based on inter-intrapersonal intelligence in chemistry classroom. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440, 012003. 10.1088/1742-6596/1440/1/012003
- Andueza, J. (2015). *Educación de las relaciones interpersonales a través de la educación física en primaria*. Universidad de Lleida.

- Archipiz, L., León, D. y Rocío, O. (2018). *Las expresiones artísticas de música y teatro como estrategia para la resolución de conflictos escolares en niños y niñas del grado sexto del colegio San Rafael IED* [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12047/Achipizmagda2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Armstrong, T. (2006). *Inteligencias múltiples en el aula: guía práctica para educadores*. Paidós.
- Badii, M. H., Rodríguez, H., Cerna, E., Valenzuela, J., Landeros, J. y Ochoa, Y. (2013). Coevolución y Mutualismo: Nociones Conceptuales. *International Journal of Good Conscience*, 8(1), 23-31.
- Bae, J. H., So, K. H., Yun, B. H., Kim, J. S., Han, G. I., Kim, S. G., Lee, K. R., Lee, J. H., Oh, D. J. y Kim, H. J. (2014). The Effects of Science Lesson applying STEAM Education on Creative Thought Activities and Emotional Intelligence of Elementary School Students. *Elementary Science Education*, (33), 762-772. 10.15267/keses.2014.33.4.762
- Basurto-Mendoza, S., Moreira-Cedeño, J., Velásquez-Espinales, A. y Rodríguez-Gámez, M. (2021). Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 828-245.
- Beltrán, M. y Ortiz, B. (2021) Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. Educativo, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Bohn, T. y Amundsen, P. (2004). Ecological Interactions and Evolution: Forgotten Parts of Biodiversity? *BioScience*, 54(9), 804-805. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0804:EIAEFP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0804:EIAEFP]2.0.CO;2)
- Bombón, L. (2022). *Inteligencia emocional desde el enfoque neuroeducativo y el aprendizaje de Ciencias Naturales en los estudiantes de Educación General Básica Media, de la Unidad Educativa "Emanuel", del cantón Ambato* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34248>
- Caballo, V. E. (1983). Asertividad: Definiciones y dimensiones. *Estudios de Psicología*, 4(13), 51-62. <https://doi.org/10.1080/02109395.1983.10821343>
- Cadena Monroy, L. A. (2009). Ecosistemas y sistemas productivos humanos: algunas semejanzas Productive ecosystems and human systems: Some similarities. *Revista Colombiana de Bioética*, 4(1), 35-72.
- Campbell, L., Campbell, B. y Dickenson, D. (2002). *Inteligencias múltiples. Usos prácticos para la enseñanza y el aprendizaje*. Editorial Troquel S.A.
- Cárdenas, S. (2019). *La escucha activa como estrategia para el fortalecimiento de la comunicación asertiva entre los estudiantes del grado sexto del colegio Club de Leones de la ciudad de Cúcuta* [Tesis de grado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17486>
- Cardona Cifuentes, P. C., Montoya Ramirez, E. N. y Peña Giraldo, M. F. (2019). *Habilidades sociales, resolución de conflictos y temperamento en niños entre los 3 y 4 años* [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio UDEA. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15699/1/CardonaPaula_2019_HabilidadesSocialesResolucion.pdf
- Cardozo, G. y Alderete, A. (2009) Adolescentes en riesgo psicosocial y resiliencia. *Psicología desde el caribe*, (23), 148-182.
- Castelló, A. y Cano, M. (2011) Inteligencia interpersonal: conceptos clave. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14(3), 23-35
- Castillo, M. y Sanclemente, M. (2010). *Influencia de la inteligencia emocional en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales* [Tesis de Maestría, Universidad del Valle]. Repositorio Universidad del Valle <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/10161>
- Choirun, N., Rusilowati, A. y Wardani, S. (2019) The Analysis of Student Science Literacy in Terms of Interpersonal Intelligence. *Journal of Primary Education*, 8(2), pp. 161-168.
- Colmenares, E. y Piñero, M. (2008). La investigación acción: Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14(27), 96-114.
- Creswell, W. (2014) *Research design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. (4th ed.). Sage Editorial.

- Curtis, H. y Barnes, S. (2007). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.
- Daza, P., Maylle, L. y Rubio, T. (2018). *La inteligencia interpersonal y las estrategias de aprendizaje en los alumnos de sexto grado de la I.E Hipólito Unanue de Obas-2017* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/3483/TEDP%2000356%20D34.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Da Dalt de Mangione, E. y Difabio de Anglat, H. (2002). Asertividad, su relación con los estilos educativos familiares. *Interdisciplinaria*, 19(2), 119-140.
- Delgado, G. y Oliver, C. (2010) Interacción entre la evaluación continua y la autoevaluación formativa: La potenciación del aprendizaje autónomo. *Revista de Docencia Universitaria*, 7(4), 1-13.
- Drago, F. (2017). *Macroparásitos Diversidad y biología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Escudero, M. (2020). *Aprendizaje colaborativo y la inteligencia interpersonal en estudiantes de tercer grado de la I.E.P Jorge Basadre, 2020* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56623/Escudero_MEV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernández, D. (2017). *Ecología y medio ambiente* (3ra ed.). Pearson.
- Fidel, M. y Rosero, A. (2012). La construcción social de la infancia y el reconocimiento de sus competencias. *Itinerario educativo*, 60, 75-96.
- Figueroa, M. (2005). Moral ecológica e inteligencia emocional: bases para un modelo psicoeducativo del carácter. *Educere*, 9(28), 67-76.
- Gardner, H. (1995) *Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica*. Paidós.
- Goleman, D. (1995). *La inteligencia emocional: Por qué es más importante que el cociente intelectual*. Editorial B de Bolsillo.
- González, R. (2014) La inteligencia interpersonal: Tendiendo puentes hacia los demás. *Educación y Futuro*, (31), 219-244.
- Greenwood, M., Clarke, C., Lee, C. C., Gunsalam, A. y Clarke, R. H. (2011). A Unique Resource Mutualism between the Giant Bornean Pitcher Plant, *Nepenthes rajah*, and Members of a Small Mammal Community. *PLoS ONE*, 6(6), e21114. 10.1371/journal.pone.0021114
- Guevera, A., Verdesoto, A. y Castro, M. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Helland, W. A., Lundervold, A. J., Heimann, M. y Posserud, M. B. (2014). Stable associations between behavioral problems and language impairments across childhood – The importance of pragmatic language problems. *Research in Developmental Disabilities*, 35(5), 943-951. doi:10.1016/j.ridd.2014.02.016
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la* (6ta ed.). Editorial Mc Graw Hill.
- Holomuzki, R., Feminella, J. y Power, M. (2010). Biotic interactions in freshwater benthic habitats. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 220–244. <https://doi.org/10.1899/08-044.1>
- Hoyos, S. y Sinning, Y. (2019). *Entrenamiento de Habilidades Sociales en contextos vulnerables para mejorar la convivencia* [Tesis de Maestría, Universidad de la Costa]. Repositorio Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/6118>
- Irfan, F., Hartono, H. y Udi, U. (2018). The Role of Students Critical Thinking and Interpersonal Intelligence in Understanding the Concept of Science. *Journal of Primary Education*, 7(1), 25-33. <https://doi.org/10.15294/jpe.v7i1.21392>
- Jara L. (2017). *Inteligencia interpersonal y su relación con el aprendizaje cooperativo en el área de matemática, en los estudiantes de una Institución Educativa en Chachapoyas –Amazonas* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1566>
- Lang, J. M. y Benbow, M. E. (2013). Species Interactions and Competition. *Nature Education Knowledge*, 4(4), 8.
- Latorre, A. (2004). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Graó, de IRIF, S.L.C.
- Lismaya, L. (2019). Improving students' interpersonal intelligence through outdoor activities in learning plant morphology: a quasi experiment. *Unnes*

- Science Education Journal*, 8(2), 176-181. <https://doi.org/10.15294/usej.v8i2.34212>
- Mesa, J., García, M., Betancort, M. y Segura, M. (2013). Psychometric properties of the spanish version of the Children Assertive Behavior Scale. *The Spanish Journal of Psychology*, 16, 1-8.
- Muñoz, B. y Cerón, C. (2015). Formación de un espíritu científico en educación básica desde la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias*, 16(1), 147-158. <https://doi.org/10.22267/rtend.151601.37>
- Muñoz, L. (2020). *La enseñanza de las interacciones ecológicas: una posibilidad de acercamiento a procesos de lectura y escritura diversos en la básica primaria* [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Universidad Pedagógica. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12704>
- Naranjo, F. (2021). *Estrategia lúdico-pedagógica para promover la escucha activa en los niños y niñas del grado segundo de la IED Inocencio Chinca Sede San Antonio de Tame* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40970>
- Nasution, W. (2018). The Effects of Inquiry-based Learning Approach and Emotional Intelligence on Students' Science Achievement Levels. *Journal of Turkish Science Education*, 15(4), 104-115.
- Nopiya, N., Hindriana, A. F., & Sulistyono, S. (2020). Students' science process skills and interpersonal intelligence in biology learning using guided inquiry. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(1), 123-134. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10634>
- Núñez, R. y Quinapanta, C. (2019). *El egocentrismo infantil en el desarrollo de la inteligencia interpersonal en los niños/as de Educación Inicial de la Unidad Educativa Joaquín Lalama* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30529?locale=en>
- Nuraida, N. y Sari, R. (2020) Cooperative Model and Interpersonal Intelligence in Learning Science. *Proceedings of the 3rd International Conference on Economic and Social Science, ICON-ESS*. Banda Aceh, Indonesia. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.17-10-2018.2294079>
- Parichagua, C., Godoy, J. y López, I. (2015). Conductas asertivas y trabajo en equipo en niños de 5 años de la i.e.p. Cuna de Bendición Horacio Zeballos, Ate, 2017 [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Universidad Nacional de Educación. <http://50.18.153.62/bitstream/handle/20.500.14039/1258/TESIS%20conducta%20asertiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parra Romana, J. (2017). *La danza como factor asertivo de procesos sociales en los estudiantes del grado 103 J.M. del Colegio San Rafael I.E.D. sede B.* [Tesis de especialización, Universidad de la Sabana]. Repositorio Universidad de la Sabana. <https://intellec-tum.unisabana.edu.co/handle/10818/31242>
- Pérez, R. (2019). *La huerta como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto de interacción biológica en estudiantes del Club de Ciencias de Primaria del Colegio Cafam.* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Universidad Pedagógica Nacional. <http://upnbli-b. pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11864>
- Prado, J. (2021). *Habilidades sociales para la resolución de conflictos y la convivencia: Estudio de caso* [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/60238/TFM_JessicaPradoRodriguez.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Prado, C., Ulloa, E. y Torres, Y. (2019). La escucha y sus potencialidades para el efectivo aprendizaje. *Universidad & Ciencia*, (8), 438-446.
- Remolina, G. (1998). Reflexiones sobre la Formación Integral. *Orientaciones Universitarias*, (19).
- Rincón, G. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*, 7(2), 139-156.
- Rodríguez, E. (2019). *Desarrollamos Habilidades De Escucha Activa En Los Estudiantes Del Tercer Ciclo De La Institución Educativa* [Tesis de especialización, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24402>
- Rojas, M. (2012). La investigación acción y la práctica docente. *Cuaderno de educación*, (42), 1-8. <https://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/9177/910.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, R. (2019). *La educación para la paz y su influencia en el déficit de habilidades socioemocionales de*

los preadolescentes en Santiago de Cali, Colombia y Monterrey, México [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nueva León]. Repositorio Universidad Autónoma de Nueva León. <http://eprints.uanl.mx/19601/1/1080314263.pdf>

Santos Riviera, Y. (2010). ¿Cómo se pueden aplicar los distintos paradigmas de la investigación científica a la cultura física y el deporte? *Ciencia e Innovación Tecnológica En El Deporte*, (11), 1-10.

Silberman, M. y Hansburg, F. (2001). *Inteligencia interpersonal: Una nueva manera de relacionarse con los demás*. Paidós.

Suryawan, A., Tawil, T. y Mahardika, A. (2020). The Discovery Learning Impact to Student's Scientific Attitude Based on Intrapersonal and Interpersonal Intelligence. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education, ICE 2019*. Universitas Muhammadiyah Purworejo, Indonesia. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.28-9-2019.2291003>

Trujillo, S. (2008). *La sujetualidad: un argumento para implicar. Propuesta para una pedagogía de los afectos*. Pontificia Universidad Javeriana.

Varela, C. y Plasencia, C. (2006). El Proyecto Spectrum: aplicación y actividades de aprendizaje de ciencias en el primer ciclo de la Educación Primaria. *Revista de Educación*, (339), 947-958.

Villareal, B. (2018). *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para aprender el concepto de ecosistema y sus interacciones, con estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Santa María Goretti del Municipio de Mocoa* [Tesis de maestría, Universidad del Cauca]. Repositorio Universidad del Cauca. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/416>

Wiguna, K., Suwarma, I. y Liliawati, W. (2018). STEM-based science learning implementation to identify student's personal intelligences profiles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012082>

Zamorano-Chico, C. (2019). Prevención de dificultades y motivación en el aprendizaje de ciencias, aplicando estrategias de inteligencia emocional, neuroeducación y coaching educativo en el aula de Primaria. *Educación y Futuro. Revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, (40), 159-194.



Fotografía
Lina Marcela Almaciga Camargo

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN DOCENTES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE COLEGIOS PÚBLICOS DE BOGOTÁ, COLOMBIA

Pedagogical Content Knowledge about Climate Change in Environmental Education Teachers from Public Schools in Bogotá, Colombia

Conhecimento didático do conteúdo sobre mudanças climáticas em professores de educação ambiental de escolas públicas de Bogotá, Colômbia

Yeinson Fernando Cerquera* 
Miquel Àngel Essomba** 

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2023
Fecha de aceptación: 15 de abril de 2024

Cómo citar

Cerquera, Y. F. y Essomba, M. Á. (2024). Conocimiento Didáctico del Contenido sobre cambio climático en docentes de educación ambiental de colegios públicos de Bogotá, Colombia, *Bio-grafía*, 17(33), 114-128. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-20006>

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de uno de los objetivos propuestos en una investigación doctoral en educación, en el que se buscaba identificar el nivel de Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK, por sus iniciales en inglés) sobre cambio climático, en docentes de colegios públicos de Bogotá, pertenecientes al Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). La investigación se enfocó en dos componentes del PCK: el conocimiento del contenido (CK, por sus iniciales en inglés) y el Conocimiento de las

* Candidato a Doctor en Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. Funcionario Secretaría de Educación del Distrito, Bogotá. yfcerqueram@gmail.com

** Doctor en Pedagogía. Profesor de la Universidad Autónoma de Barcelona. miquelangel.essomba@uab.cat

Dificultades de Aprendizaje en los estudiantes (KSLD, por sus iniciales en inglés). Se seleccionaron estos dos componentes, debido a que investigaciones recientes proponen que el KSLD es una vía plausible para desarrollar el PCK de los maestros a partir de su CK. Se aplicó un cuestionario de CK y uno de KSLD a una muestra de 223 docentes y se hizo uso del método correlacional para establecer relaciones entre estos dos componentes.

Los resultados muestran un nivel de desempeño medio en el CK y un desempeño bajo en el KSLD, sobre cambio climático. Asimismo, se detectó una correlación positiva moderada entre estos componentes. Se infiere que un CK débil sobre el tema, dificulta el KSLD y con ello, plantear estrategias pedagógicas pertinentes, orientadas al aprendizaje de los estudiantes. Esta investigación acude al marco del PCK, como vía para impulsar el conocimiento de los docentes que se desempeñan en el campo de la educación ambiental, específicamente en temas complejos que representan enormes desafíos en la actualidad, como lo es el cambio climático.

Palabras claves: conocimiento didáctico del contenido; conocimiento de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes; conocimiento del contenido; educación ambiental; cambio climático

Abstract

This article presents the results of one of the objectives proposed in a doctoral research in education, which aimed to identify the level of Pedagogical Content Knowledge (PCK) about climate change in teachers of public schools in Bogotá, belonging to the Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). The research focused on two components of PCK: Content Knowledge (CK) and Knowledge of Student Learning Difficulties (KSLD). These two components were selected because recent research suggests that KSLD is a plausible way to develop teachers' PCK from their CK. A CK and KSLD questionnaire was applied to a sample of 223 teachers, and the correlational method was used to establish relationships between these two components.

The results show an average level of performance in CK and a low performance in KSLD regarding climate change. Likewise, a moderate positive correlation was detected between these components. It is inferred that a weak CK on the subject hinders KSLD and, consequently, the development of appropriate pedagogical strategies aimed at student learning. This research resorts to the PCK framework as a way to boost the knowledge of teachers working in the field of environmental education, specifically in complex topics that pose significant challenges today, such as climate change.

Keywords: pedagogical content knowledge; knowledge of student learning difficulties; content knowledge; environmental education; climate change

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de um dos objetivos propostos em uma pesquisa de doutorado em educação, que buscava identificar o nível de Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK, pela sigla em inglês) sobre mudanças climáticas em professores de escolas públicas de Bogotá, pertencentes ao Projeto Ambiental Escolar (PRAE). A pesquisa focou em dois componentes do PCK: o Conhecimento do Conteúdo (CK, pela sigla em inglês) e o Conhecimento das Dificuldades de Aprendizagem dos Estudantes (KSLD, pela sigla em inglês). Esses dois componentes foram selecionados porque pesquisas recentes sugerem que o KSLD é uma via plausível para desenvolver o PCK dos professores a partir de seu CK. Um questionário de CK e um de KSLD foram aplicados a uma amostra de 223 professores, e o método correlacional foi utilizado para estabelecer relações entre esses dois componentes.

Os resultados mostram um nível de desempenho médio em CK e um desempenho baixo em KSLD sobre mudanças climáticas. Além disso, foi detectada uma correlação positiva moderada entre esses componentes. Infere-se que um CK fraco sobre o tema dificulta o KSLD e, conseqüentemente, o desenvolvimento de estratégias pedagógicas apropriadas voltadas para a aprendizagem dos estudantes. Esta pesquisa utiliza o quadro do PCK como uma forma de aprimorar o conhecimento dos professores que atuam no campo da educação ambiental, especialmente em temas complexos que representam grandes desafios na atualidade, como as mudanças climáticas.

Palavras-chave: conhecimento didático do conteúdo; conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos estudantes; conhecimento do conteúdo; educação ambiental; mudanças climáticas



Introducción

En este artículo se presentan los resultados de uno de los objetivos propuestos en una tesis doctoral en educación, de la Universidad Autónoma de Barcelona, en el que se buscaba identificar el PCK en cambio climático (en adelante, cc) en una muestra de docentes de educación ambiental de los colegios públicos de Bogotá. Para tal fin, se evaluaron dos componentes del PCK: CK y KSLD y se determinó la relación entre estos dos componentes, a partir de un análisis estadístico de correlación.

Es importante señalar que el término *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) es traducido, por sugerencia de Marcelo (1993), como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). En esta investigación, se abordan dos componentes del PCK: CK y KSLD, cuyos acrónimos reportados en la literatura internacional corresponden a los términos en inglés. Por lo tanto, se hará uso del acrónimo PCK.

En el contexto escolar colombiano, la educación ambiental (en adelante, E.A) se promueve desde la estrategia de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), reglamentada por el Decreto 1743 de la Ley General de Educación 115 de 1994. Sin embargo, y casi 30 años después de la institucionalización de esta estrategia, el panorama de la E.A en los colegios del país parece no ser muy diferente a lo detectado en sus inicios, tal como lo evidencian los diagnósticos del estado de los PRAE realizados por Alape y Rivera (2016), Burgos (2017) y Bustamante *et al.* (2017), en los que se ha evidenciado como problemáticas de estos proyectos el activismo sin sentido, la perspectiva fragmentada y reduccionista de los problemas ambientales, la falta de impacto en los contextos comunitarios, y las prácticas conductistas y la perspectiva naturalista del ambiente.

El desafío del cc demanda una E.A que dé cuenta de la complejidad de la problemática, a nivel ecosistémico y social, y que contribuya a promover en los ciudadanos habilidades para la acción (Favier *et al.*, 2021; González Gaudiano, 2007; Jie *et al.*, 2021). La educación para el cc es un desafío inexorable y una necesidad impostergable, no solo por la magnitud de las consecuencias en diferentes dimensiones de la sociedad, sino por el ritmo en que evoluciona la problemática (González Gaudiano y Meira Cartea, 2020). Sin embargo, la misma complejidad del cc y lo abstracto que pueden ser los conceptos asociados al tema, lleva a que, en el ámbito escolar, frecuentemente se repliquen errores conceptuales (Clausen, 2018).

En este sentido, el presente trabajo acude al marco del PCK como una vía para impulsar el conocimiento de los docentes que se desempeñan en el campo de la E.A.

Shulman (1986) define el PCK como una amalgama entre el conocimiento de la materia y el conocimiento pedagógico de los maestros, necesarios para comprender cómo determinados temas se organizan y se adaptan al contexto del aprendizaje de los estudiantes.

Para Kaya *et al.* (2021), el modelo de consenso refinado del PCK, propuesto en 2016, no es transparente con la génesis del PCK, al no conectar el CK con los otros componentes del PCK. Para los autores, el dominio del CK les permite a los maestros hacer conjeturas sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y generar al mismo tiempo estrategias instruccionales y de evaluación orientadas a generar un cambio conceptual en los estudiantes. Por lo tanto, esta investigación acude a la fundamentación conceptual y al diseño metodológico planteado por los autores, por considerarse de amplio rigor científico y acorde con los intereses de la investigación.

El PCK: un conocimiento propio de los profesores

Shulman (1986) define el PCK como una amalgama entre materia y pedagogía, que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional; es decir, el PCK le permite a los maestros hacer comprensible el conocimiento en el aula, valiéndose para ello de estrategias instruccionales, analogías, ejemplos, metáforas, demostraciones, experimentos, entre otros. Parga y Mora (2014) consideran que el PCK es el escenario en el cual se puede comprender la compleja relación entre pedagogía y contenido en la actividad docente. Shulman (1987) planteó siete componentes del PCK:

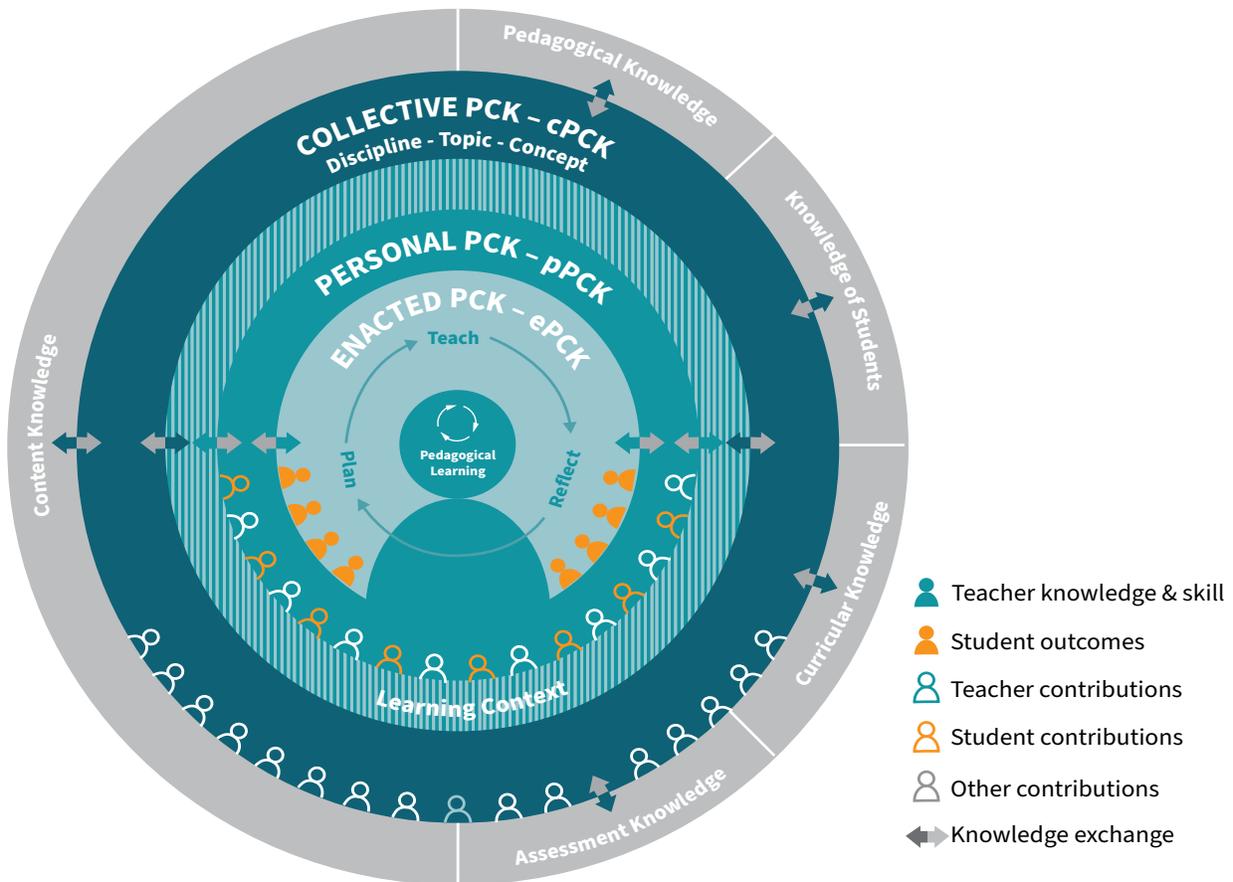
- El conocimiento del contenido: dominio de la información de la materia.
- El conocimiento pedagógico general: gestión y organización del aula.
- El conocimiento del currículo: manejo de herramientas y materiales en el aula.
- El conocimiento didáctico del contenido: amalgama entre contenido y pedagogía, para hacer comprensible los contenidos a los estudiantes.
- El conocimiento del alumno y de sus características: dificultades de aprendizaje.
- El conocimiento de los contextos educativos: características del contexto de aprendizaje y el funcionamiento de la estructura organizacional de la escuela y el sistema educativo.
- El conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y sus fundamentos filosóficos e históricos.

En la cumbre sobre PCK –llevada a cabo en Leiden, Holanda, en 2016– se presentó un modelo refinado del PCK, que más adelante fue publicado por Carlson y Daehler (2019). En este modelo se mantienen los conocimientos de base planteados por Shulman (1987) y Grossman (1990). El modelo (figura 1) presenta una estructura dinámica en la construcción del PCK del maestro; es decir, es mediado por las contribuciones de los estudiantes, de otros maestros y del contexto. De esta manera, hay un PCK personal, uno colectivo o canónico (que se construye de manera colectiva y reflexiona sobre las experiencias particulares de los maestros) y, finalmente, uno promulgado, que se evidencia en la práctica del maestro. De acuerdo con el modelo, el contexto de aprendizaje es el marco del PCK personal y el promulgado; sin embargo, no hace parte del PCK colectivo, ya que, en esencia, este recoge diferentes experiencias de los maestros en el aula, las

cuales inherentemente deberían estar permeadas por el conocimiento del contexto.

Para Kaya *et al.* (2021), el modelo de consenso refinado no es transparente con la génesis del PCK, al no conectar el CK con los otros componentes del PCK, tales como el KSLD, el conocimiento evaluativo y el conocimiento de las estrategias de instrucción. Los autores, respondiendo al llamado de los investigadores en PCK frente a esta dificultad, proponen un modelo en el cual el KSLD es una vía plausible para desarrollar el PCK de los maestros a partir de su CK. Para los autores, con base en los hallazgos de Chan y Yung (2018), el dominio del CK les permite a los maestros hacer conjeturas sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y generar al mismo tiempo estrategias instruccionales y de evaluación orientadas a generar un cambio conceptual en los estudiantes.

Figura 1. Modelo refinado del PCK.



Fuente: gráfico tomado de Carlson y Daehler (2019).

PCK en educación ambiental (E.A) y en educación para el desarrollo sostenible (EDS)

Si bien el PCK ha sido objeto de investigaciones en disciplinas de amplia trayectoria, como las ciencias naturales, no significa que sea ajena a disciplinas emergentes como la E.A. De hecho, Zhou (2015) considera que el conocimiento del contenido pedagógico ambiental es necesario para situar la E.A en un campo disciplinar y profesionalizar a los docentes que trabajan en el área, que frecuentemente lo hacen por un interés particular y/o de manera intuitiva, o que, en el peor de los escenarios, la ven como una carga adicional impuesta. Por lo tanto, surgen desafíos importantes en el campo de la formación de educadores ambientales, especialmente en el contexto de la didáctica ambiental, en el cual el PCK se posiciona como un marco de investigación (Parga y Mora, 2016).

De acuerdo con Kadji *et al.* (2013), el PCK es particularmente importante para áreas innovadoras y complejas como la EDS, debido a que es un campo progresivo, transformador y ambicioso que desafía las prácticas pedagógicas de los docentes, para dar forma a un futuro sostenible. En la EDS convergen el pensamiento sistémico, el conocimiento crítico, la competencia para la acción, la voluntad política y la naturaleza participativa. Por lo tanto, la pedagogía tradicional centrada en la instrucción, el conductismo y la transmisión del conocimiento no es el marco más acorde para dar respuesta a su finalidad (Ernst y Erickson, 2018; Kadji *et al.*, 2013; Katsenou *et al.*, 2013).

En la actualidad, resulta fundamental trabajar el PCK de temas controvertidos, como las cuestiones socioambientales (Parga y Mora, 2014), o lo que los autores llaman *contenidos socialmente vivos*. Estos son necesarios para abordar los desafíos ambientales que, cabe destacar, no se limitan a la esfera de lo biofísico, sino que resultan de las complejas interacciones entre la sociedad y la naturaleza (Sauvé, 1999). De acuerdo con Parga y Mora (2014), se requiere de un profesorado que configure su PCK frente a los múltiples cambios de los sistemas sociales y en el que se aborden contenidos que respondan a la sostenibilidad, al CC, la salud humana, entre otros.

En este sentido, el PCK en E.A no debería ser un campo particular de los docentes de ciencias naturales. Se requiere de una fundamentación teórica en la formación de docentes de diferentes áreas, que permita consolidar la E.A como un campo de profesionalización y de investigación (Duarte, 2020).

Materiales y métodos

Se hizo uso del método cuantitativo de tipo correlacional para establecer las relaciones entre el CK y el KSLD de los maestros participantes. Según Monje (2011), “en este tipo de investigación se persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes, con la variación en otro u otros factores” (p. 101). El diseño metodológico de esta investigación se basó en el estudio de Kaya *et al.* (2021).

Participantes

Participaron 223 docentes de colegios públicos de Bogotá, pertenecientes al Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). La muestra fue probabilística, con un nivel de confianza del 95 %. Los años de experiencia en la docencia de los participantes fueron: menos de un año (2), 1-5 (9), 5-10 (32), 10-20 (88) y más de 20 años (92). Sin embargo, es importante aclarar que el objetivo de esta fase de la investigación fue identificar el PCK de los docentes en CC, sin considerar los años de experiencia. En una fase posterior de la investigación se analizarán las relaciones entre el PCK y diversos factores del desarrollo profesional docente, incluyendo la experiencia.

Instrumentos

Diseño

Para identificar el CK de los docentes, se elaboró un cuestionario de 14 preguntas (10 cerradas y 4 abiertas), con preguntas de manejo disciplinar del contenido, por ejemplo: mencione y explique 3 medidas de adaptación al cambio climático en el contexto colombiano. El cuestionario fue validado por seis expertos en CC –en su mayoría, docentes de universidades–. Se diseñó un formato de validación, en el que los expertos debían evaluar el instrumento de acuerdo con criterios de pertinencia, cohesión, complejidad, redacción y fundamentación de las preguntas.

Para identificar el KSLD, se elaboró un cuestionario de cuatro viñetas, cada viñeta con dos preguntas. Por ejemplo, en una de las viñetas se presentaron cuatro dibujos realizados por estudiantes, en los que se representó su comprensión del CC, y se les preguntó a los docentes “¿qué piensa sobre las ideas de los estudiantes sobre el CC de acuerdo con lo observado en los dibujos?”, “¿cuáles considera son las fuentes de las concepciones previas de los estudiantes sobre el tema?”. El cuestionario fue validado por ocho expertos en educación –en su mayoría,

docentes universitarios-. Se empleó el mismo formato de validación del cuestionario CK.

Ambos cuestionarios fueron piloteados con una muestra de 12 profesionales de E.A de la Secretaría de Educación

de Bogotá, quienes realizan acompañamiento pedagógico a los colegios para la implementación de los PRAE. En la tabla 1 se presentan los tópicos generales que se abordaron en el cuestionario de CK; y en la tabla 2, los tópicos del cuestionario KSLD.

Tabla 1. Tópicos de las preguntas del cuestionario CK.

Pregunta	Tópico
1	Concepto de clima.
2	Concepto de efecto invernadero.
3	Concepto de cambio climático.
4	Efectos del cambio climático en los océanos.
5	Identificación de los gases efecto invernadero.
6	Identificación del acuerdo de París sobre el nivel de temperatura global.
7	Identificación de las consecuencias del aumento de concentración CO ₂ en el planeta.
8	Identificación de los sumideros de CO ₂
9	Identificación de la principal fuente en Colombia relacionada con el aumento de los GEI.
10	Identificación de medidas de adaptación al cambio climático.
11	Comprensión de la relación de la ganadería con la crisis climática.
12	Comprensión de medidas de mitigación individuales frente al cambio climático.
13	Relación del cambio climático con la salud de las personas.
14	Comprensión de medidas de adaptación al cambio climático en el contexto colombiano.

Tabla 2. Tópicos de las preguntas del cuestionario KSLD.

Viñeta	Pregunta	Tópico
I	1	Comprensión de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la relación del cambio climático y cambios en el uso del suelo.
	2	Estrategias pedagógicas que emplea el docente para enseñar cambio climático.
II	1	Interpretación de las argumentaciones de los estudiantes sobre un experimento en efecto invernadero.
	2	Comprensión de la utilidad del experimento para explicar el efecto invernadero.
III	1	Análisis de los resultados obtenidos en un diagnóstico sobre las percepciones de los estudiantes sobre cambio climático.
	2	Identificación de estrategias pedagógicas para generar un cambio conceptual en los estudiantes sobre el cambio climático.
IV	1	Comprensión de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cambio climático a partir de información gráfica (dibujos realizados por estudiantes).
	2	Identificación de las fuentes de donde provienen las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cambio climático.

Aplicación

La aplicación de ambos instrumentos fue posible gracias al apoyo de la Universidad del Rosario en Bogotá, que proporcionó el espacio en la sala de informática, y de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que respaldó económicamente la actividad. Se programaron dos fechas y horarios diferentes en octubre de 2022, para que los docentes asistieran según su disponibilidad. A cada docente se le asignó un computador y se les compartió el enlace de los cuestionarios, los cuales se habían diseñado previamente en la herramienta de formularios en línea de Google. Este enlace también contenía un consentimiento informado con detalles de los fines de la investigación. Los docentes respondieron el cuestionario de CK, en promedio, en 20 minutos; y el de KSLD, en 40 minutos.

Análisis de datos

Prueba de confiabilidad de los instrumentos

Se calculó el coeficiente Alpha de Cronbach para determinar la confiabilidad de cada uno de los cuestionarios aplicados.

Parametrización de los datos

Los datos se parametrizaron de acuerdo con el diseño metodológico propuesto por Kaya *et al.* (2021). Las respuestas a las preguntas cerradas del cuestionario CK, se calificaron así: 0 para las incorrectas y 3,5 para las correctas. En cuanto a las preguntas abiertas de este mismo formulario se calificaron de la siguiente manera: 0 para respuestas ingenuas (poco informadas), 1 para respuestas con conocimiento mixto (en parte creíbles, no del todo informadas) y 3,5 para respuestas que demostraron

conocimiento informado sobre el tema. Las preguntas del cuestionario KSLD, de tipo abiertas, se calificaron de la misma manera que las preguntas abiertas del CK (0/1/3,5).

Agrupación en niveles de desempeño

Se sumaron las puntuaciones obtenidas en las respuestas de cada uno de los participantes y se agruparon a los docentes en rendimiento bajo, medio y alto, de acuerdo con el siguiente rango de clasificación: cuestionario CK (bajo= 0-17,5, medio= 18-33,5 y alto= 34-49) y cuestionario KSLD (bajo= 0-9, medio= 9,5-19,5 y alto= 20-28).

Correlación de los datos

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los grupos de desempeño en CK y KSLD.

Resultados y Discusión

Confiabilidad de los instrumentos

A partir del coeficiente Alfa de Cronbach, se obtuvo una confiabilidad en los cuestionarios de CK=0,70 y de KSLD=0,79.

Resultados y discusión del cuestionario CK

En la tabla 3 se presentan los resultados de las preguntas cerradas del cuestionario CK; y en la tabla 4, los obtenidos en las preguntas abiertas. A manera de ejemplo, en la pregunta 1 (P1), 111 docentes, (49,78 %) del total de docentes (223), respondieron correctamente esta pregunta. En la tabla 5 se registra el número de docentes agrupados en los niveles de desempeño bajo, medio y alto, de acuerdo con la puntuación que obtuvieron en este cuestionario.

Tabla 3. Tabulación de las respuestas a las preguntas (p) cerradas del cuestionario CK.

Respuestas	Pregunta									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Correctas	111,00	132,00	202,00	78,00	108,00	126,00	122,00	106,00	82,00	33,00
	49,78 %	59,19 %	90,58 %	34,98 %	48,43 %	56,50 %	54,71 %	47,53 %	36,77 %	14,80 %
Incorrectas	112,00	91,00	21,00	145,00	115,00	97,00	101,00	117,00	141,00	190,00
	50,22 %	40,81 %	9,42 %	65,02 %	51,57 %	43,50 %	45,29 %	52,47 %	63,23 %	85,20 %
Total	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223

Tabla 4. Tabulación de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario *ck*.

Nivel de conocimiento	Pregunta			
	P11	P12	P13	P14
Informado	143	178	92	12
	64,13 %	79,82 %	41,26 %	5,38 %
Mixto	54	40	105	34
	24,22 %	17,94 %	47,09 %	15,25 %
Ingenuo	26	5	26	177
	11,66 %	2,24 %	11,66 %	79,37 %
Total	223	223	223	223

Tabla 5. Niveles de rendimiento de los docentes en el cuestionario *ck*.

Desempeño	Número de docentes	%
Bajo	51	23
Medio	129	58
Alto	43	19

A partir de los resultados de las tablas 3 y 4, y de la agrupación de los docentes por niveles de desempeño (tabla 5), se detectó que la mayor parte de los docentes (58 %) se encontraron en un nivel medio en *ck*. Esto significa que presentan concepciones mixtas (ingenuas e informadas) sobre el *cc*. En este grupo se encontraron docentes que, a pesar de comprender las generalidades del *cc*, les faltó relacionar esta información con dinámicas específicas, como el impacto del *cc* en el equilibrio oceánico, los acuerdos internacionales sobre el tema, la comprensión de conceptos químicos en el sistema climático, las principales fuentes de *cc* en el contexto colombiano, las relaciones de la crisis climática con dinámicas económicas y sociales, como la ganadería y los problemas de salud en las personas.

En un segundo nivel de frecuencia se encontraron los docentes clasificados en el nivel bajo (23 %), quienes presentaron un conocimiento poco informado o ingenuo sobre el *cc*. Por el tipo de respuestas dadas, es posible considerar que su conocimiento del tema proviene generalmente de los mensajes transmitidos por los medios de comunicación. Estos mensajes suelen asociar la problemática con el aumento de la temperatura o la afectación de los glaciares (Gallego-Torres y Castro-Montaña, 2020; Molina *et al.*, 2016; Hurst y Walker, 2023). No se eviden-

ció un manejo de información científica en este grupo, y se presentaron confusiones entre conceptos como el clima y el tiempo atmosférico, así como entre el efecto invernadero y la capa de ozono. Un error conceptual que también se identificó en la investigación de Gulizia y Zazulie (2012).

Respecto al componente social, no se identificaron relaciones entre actividades económicas, como la ganadería, con la crisis climática. Además, no se comprende el impacto de la problemática en la salud de las personas ni hay una comprensión profunda de las medidas de mitigación y adaptación que la sociedad debe generar para hacer frente al problema. En conclusión, en este nivel de desempeño se encontraron los docentes que carecen de un conocimiento informado tanto en aspectos científicos como sociales sobre el tema.

En el caso de los docentes clasificados en el nivel de rendimiento alto (19 %) se puede afirmar que presentaron un conocimiento informado sobre el *cc*, tanto en aspectos científicos como sociales. En este nivel se encontraron, en su mayoría, los docentes que identificaron conceptos clave en la comprensión del tema, tales como el tiempo atmosférico, el clima, la capa de ozono, el efecto invernadero, los sumideros de carbono y la interacción del dióxido de carbono con el equilibrio oceánico. Asimismo, identificaron la relación del *cc* con el componente social en aspectos de política, economía y salud pública. El rendimiento de este grupo de docentes reflejó un conocimiento informado, que posiblemente surge del interés de actualizarse con fuentes de información confiables.

Los resultados en la distribución de las frecuencias en los niveles de *ck* son similares a lo detectado por Kaya *et al.* (2021) en un estudio sobre la identificación del *PCCK* sobre lluvia ácida en un grupo de docentes en formación (73). Aunque el tópico de estudio no era de *cc*, los dos conceptos mantienen relación en cuanto al eje de estudio (equilibrio atmosférico). Asimismo, el grupo poblacional, en su mayoría, eran docentes de ciencias naturales; sin embargo, se resalta que en la investigación de los autores los participantes eran docentes en formación, respecto a lo cual las evidencias han indicado que una deficiencia en la comprensión conceptual es generalizada en los candidatos a maestros de ciencias (Grossman *et al.*, 2005; Newton y Newton, 2001).

Este hallazgo coincide con el estudio de alfabetización climática en la formación inicial de los docentes, realizado por Lopera y Villagrà (2020), quienes, al identificar los conocimientos y actitudes sobre el *cc* en docentes en formación, encontraron que no hay evidencia de con-

cepciones que involucren el pensamiento sistémico de las interacciones entre los sistemas climáticos.

La concepción reduccionista del cc identificado en los docentes con ck bajo es coherente con lo detectado en la caracterización del conocimiento disciplinar en cc en docentes en ejercicio en el contexto colombiano, realizada por Quiroga (2018), en la que se encontró que estos asocian el concepto exclusivamente con el aumento de temperatura, considerando que las emisiones de dióxido de carbono son la principal causa de este fenómeno. Además, se encontró que un grupo importante de docentes relaciona los impactos del cc con contextos lejanos, como los polos.

Se esperaría que los profesores en ejercicio presenten mejores niveles de conocimiento en temas de interés global, como el cc, dada la relevancia del contenido en la actualidad y la amplitud de fuentes de información científica sobre el tema que les permite mejorar su saber pedagógico (Fretz, 2016; Betul y Karisan, 2022). No obstante, ante todo, la misma experiencia en el aula de un docente en ejercicio en comparación con la de uno en formación debería ser un factor que diferencie los resultados entre estos dos grupos poblacionales.

Teed y Franco (2014) implementaron un programa dirigido a docentes en ejercicio con el objetivo de mejorar su PCK en cc. Este programa consistió en un curso de verano sobre el tema, el cual se complementó con estrategias de mentoría en el aula. Se realizó un pre-test y post-test, en los que se observó que el puntaje promedio de ck sobre cc aumentó del 38,1 % al 75,6 %, y los puntajes de los estudiantes mostraron ganancias normalizadas, que variaron del 16 % al 88 %. Estudios similares realizados por Clausen (2018) y Favier *et al.* (2021) sobre PCK

en cc, y por Kadji *et al.* (2013) sobre contenidos de EDS, también revelaron un aumento del PCK de los docentes, después de participar en cursos que combinaban experiencias prácticas y teóricas con estrategias de mentoría.

En este sentido, las estrategias de desarrollo profesional docente, como los cursos en tópicos específicos y la mentoría, pueden contribuir a superar un ck débil de los docentes e impactar significativamente en el aprendizaje de los estudiantes. Lo anterior es particularmente importante en contenidos como el cc, que, debido a su complejidad y nivel de abstracción, requiere de un dominio conceptual de los docentes (Favier *et al.*, 2021).

Si bien la mayoría de los docentes se encontraron clasificados en el nivel medio de desempeño (58 %), es necesario avanzar en el conocimiento de la materia para generar impactos significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la E.A que, al mismo tiempo, incidan en la transformación de actitudes y hábitos en torno al cc.

Resultados y discusión del cuestionario KSLD

En la tabla 6 se presentan los resultados de las preguntas del cuestionario KSLD. A manera de ejemplo, en la pregunta 1 (P1) de la viñeta I, 54 docentes (24,22 %) del total de docentes (223) demostraron un conocimiento informado, 83 un conocimiento mixto y 86 un conocimiento ingenuo. En la tabla 7 se registra el número de docentes agrupados en los niveles de desempeño bajo, medio y alto, de acuerdo con la puntuación que obtuvieron en este cuestionario.

Tabla 6. Tabulación de los resultados obtenidos del cuestionario KSLD.

Nivel de conocimiento	Viñeta I		Viñeta II		Viñeta III		Viñeta IV	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Informado	54	77	33	22	35	72	64	98
	24,22 %	34,53 %	14,80 %	9,87 %	15,70 %	32,29 %	28,70 %	43,95 %
Mixto	83	130	75	90	91	113	101	103
	37,22 %	58,30 %	33,63 %	40,36 %	40,81 %	50,67 %	45,29 %	46,19 %
Ingenuo	86	16	115	111	97	38	58	22
	38,57 %	7,17 %	51,57 %	49,78 %	43,50 %	17,04 %	26,01 %	9,87 %
Total	223	223	223	223	223	223	223	223

Tabla 7. Niveles de rendimiento de los docentes en el cuestionario KSLD.

Desempeño	Número de docentes	%
Bajo	105	47
Medio	97	43.5
Alto	21	9.5

Los resultados obtenidos del cuestionario KSLD registrados en la tabla 6 y la agrupación de los docentes por niveles de desempeño (tabla 7) evidencian que la mayor parte de ellos presentaron un desempeño bajo (47 %), seguido del desempeño medio (43,5 %) y, en menor medida, el desempeño alto (9,5 %). Es notorio un mejor desempeño de los docentes en CK. Por lo tanto, es factible considerar que los docentes presentaron mejores nociones conceptuales sobre el CC, en comparación con el conocimiento pedagógico que se requiere para enseñar a los estudiantes los conceptos asociados al tema.

Lo anterior se evidenció en el nivel de complejidad de las respuestas de los docentes al identificar las dificultades de aprendizaje en cada una de las situaciones problemáticas del cuestionario, al plantear estrategias pedagógicas para enseñar el tema y al analizar la información obtenida de estudios de caso sobre la enseñanza de este contenido.

Estos resultados coinciden con el estudio de Kaya *et al.* (2021), en el cual se analizó el KSLD de docentes en formación con relación al tópico de lluvia ácida. Los autores señalan la importancia de comprender las dificultades de aprendizaje de los estudiantes como vía para desarrollar el PCK y, al mismo tiempo, de incidir en el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, Shulman (1986) presentó uno de los primeros estudios sobre la importancia del conocimiento pedagógico de los docentes para enseñar un contenido en particular, el cual difiere de su conocimiento disciplinar. En el ámbito de la enseñanza no basta con dominar un concepto disciplinar, sino que es relevante saber emplearlo para los fines del aprendizaje, por medio de estrategias instruccionales, representaciones, recursos educativos y analogías. El autor plantea que el CK es determinante en el desarrollo del KSLD.

Un entendimiento por parte del docente de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre un tópico en particular le permite direccionar las estrategias instruccionales para generar un cambio conceptual en los estudiantes. Favier *et al.* (2021), en una investigación sobre PCK en CC, plantean que el conocimiento de las preconcepciones de los estudiantes por parte de los

docentes es fundamental para la implementación de estrategias instruccionales. De acuerdo con Park (2019) y Wilson (2019), en la actualidad son diversas las investigaciones que ubican al KSLD como puente entre el CK y el PCK, de manera tal que contribuye a estructurar los otros componentes del CK, tales como el conocimiento de las estrategias instruccionales y el conocimiento evaluativo.

A partir de lo anterior, y a la luz de los resultados obtenidos en la presente investigación, se considera que el conocimiento pedagógico de los docentes de E.A, representado aquí en el KSLD, para enseñar el tema de CC es incipiente o débil. Esto puede influir en procesos de enseñanza-aprendizaje que no fomenten un conocimiento crítico y reflexivo ni una perspectiva compleja de los estudiantes sobre el tema. Según Kim (2020), el desarrollo del PCK se ve reflejado en la capacidad de respuesta de los docentes a las ideas de los estudiantes. Además, El KSLD es fundamental para reflexionar sobre la práctica pedagógica propia del docente y para guiar el aprendizaje de los estudiantes (Lertdechapat y Faikhamta, 2021; Mavhunga, 2019; Zhou *et al.*, 2016).

Los resultados indican que la mayoría de los docentes (47 %) (ver tabla 7) presentaron un bajo desempeño en PCK, reflejado en la dificultad para identificar errores conceptuales de los estudiantes, en la interpretación de sus concepciones previas sobre el tema y en el desarrollo de las estrategias instruccionales. Por lo tanto, muchas de las estrategias pedagógicas propuestas por los docentes no surgieron de un análisis crítico de las concepciones previas de los estudiantes sobre el tema, sino más bien de sus propias creencias sobre la forma en que se debe enseñar este contenido.

Particularmente, en la viñeta I (tabla 6), en la cual se presentaron las ideas previas de un grupo de estudiantes sobre el cambio del uso del suelo y su relación con el CC, los resultados mostraron que el 38 % de los docentes fueron clasificados en un conocimiento ingenuo. Estos propusieron estrategias pedagógicas de corte reduccionista, generalmente asociadas a la realización de experimentos en la clase de ciencias naturales, o de corte transmisionista, como las explicaciones magistrales, la proyección de videos, la realización de maquetas y de carteleras o el desarrollo de guías de trabajo en el aula. Estas estrategias, a pesar de tener su valor pedagógico, no entrañan la complejidad del tema de estudio y muy pocas veces abordan la interacción del componente social con la afectación de los sistemas naturales.

Según Mora (2011), este tipo de estrategias hacen parte de un modelo didáctico tradicional en E.A, en el que se privilegia la transmisión de información de *verdades*

acabadas de los expertos a los aprendices, esperando con ello modificar actitudes y adquirir hábitos proambientales, sin un ejercicio reflexivo por parte de los que aprenden. Cabe señalar lo mencionado por García (2004) al respecto: “las actuaciones que desarrollan las personas vinculadas a la educación ambiental responden más a unos estereotipos, rutinas y lugares comunes que a propuestas didácticas serias y fundamentadas” (p. 90).

Por otra parte, la mayoría de los docentes ubicados en un nivel de rendimiento alto (35 %) propusieron estrategias pedagógicas que promueven la reflexión crítica de los estudiantes sobre el tema. Priorizan un enfoque constructivista del conocimiento por encima de la transmisión de información y conciben el cc desde la relación entre sociedad-naturaleza. Estas son características importantes en la enseñanza de este tipo de contenidos y en la formación de ciudadanos competentes para enfrentar los desafíos ambientales (Clausen, 2018; Ernst, 2018; Favier *et al.*, 2021; Zhou, 2015).

A manera de ejemplo, en este nivel de desempeño, los docentes en la viñeta I mencionaron estrategias, tales como historias de vida de personas afectadas por la crisis climática, el análisis de ciclo de vida de productos alimenticios que provienen de monocultivos, el juego de roles en torno a la deforestación de los bosques y su impacto en el desplazamiento de las comunidades, la línea de tiempo para identificar las transformaciones en el territorio, entre otras estrategias que dan cuenta de una comprensión sistémica de la problemática y de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Correlación entre los resultados de los cuestionarios CK y KSLD

En la tabla 8 se presentan los resultados de la correlación entre los niveles de desempeño de cada uno de los cuestionarios. Por ejemplo, en el cuestionario CK, 43 docentes se encontraron en desempeño alto, de los cuales 10 tuvieron un desempeño alto en el cuestionario KSLD; 26, desempeño medio; y 7, desempeño bajo.

Tabla 8. Correlación de los resultados obtenidos en los cuestionarios CK y KSLD.

CK	DESEMPEÑO	KSLD		
		ALTO = 21	MEDIO = 97	BAJO = 105
	ALTO=43	10	26	7
	MEDIO=129	9	64	56
	BAJO=51	2	7	42

Una vez se correlacionaron los grupos entre cada uno de los cuestionarios, se procedió a calcular el coeficiente de correlación de Pearson, el cual fue de 0,55 ($p = 0,000$). En este sentido, la correlación obtenida entre el nivel del CK y KSLD fue positiva media, según el rango de interpretación mencionado por Hernández-Sampieri *et al.* (2014) para este coeficiente.

Los resultados coinciden con lo detectado en la investigación de Kaya *et al.* (2021), en la cual se observó un coeficiente de correlación entre CK y KSLD para el tópico de lluvia ácida de $r = 0,560$, $p = 0,000$. En ambos casos, la correlación fue positiva moderada. Según la tabla 8, los docentes agrupados en el nivel de rendimiento alto en CK (43) mostraron, en su mayoría, un rendimiento medio en KSLD (26), seguido por un rendimiento alto (10) y un rendimiento bajo (7). Se observa una similitud en el nivel medio de CK, en el que los docentes clasificados en este nivel (129), la mayoría (64) también tuvo un rendimiento medio en KSLD. En el caso del rendimiento bajo, los resultados son aún más evidentes, ya que los docentes agrupados en este nivel, para CK (51), la mayoría de ellos también mostró un rendimiento bajo en KSLD (42).

Con lo anterior, es posible inferir que el CK que presentaron los docentes sobre CC influye en su nivel de conocimiento sobre el KSLD, y con ello en su conocimiento pedagógico sobre el tema. Es decir, a los docentes que presentaron un CK débil les costó trabajo identificar e interpretar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y, por consiguiente, dirigir estrategias pedagógicas pertinentes para generar un cambio conceptual de los estudiantes sobre el tema.

Este hallazgo también concuerda con lo planteado por Daehler *et al.* (2015), quienes consideran que los maestros que tienen un CK débil luchan para identificar conceptos erróneos en el trabajo de los estudiantes. Los autores plantean que las debilidades en CK y KSLD en un tópico determinado limitan las habilidades de los docentes para diseñar e implementar estrategias instruccionales con los estudiantes. Asimismo, Chan y Yung (2018) encontraron que la conexión entre CK y KSLD les permite a los profesores hacer conjeturas respecto a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Esto, a su vez, les posibilita formular estrategias instruccionales correspondientes para hacer frente a las ideas alternativas de los estudiantes.

Conclusiones

A partir de los resultados del cuestionario de CK se hace evidente la necesidad de avanzar en la profundización de los conceptos asociados al CC. Aunque

la mayoría de los docentes fueron clasificados en un nivel medio de desempeño (58 %), es importante profundizar el conocimiento de la materia para lograr impactos significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en E.A, que, al mismo tiempo, promuevan la adopción de actitudes y hábitos proambientales en los estudiantes.

Respecto al cuestionario de KSLD, los resultados evidencian que la mayor parte de los docentes presentaron un desempeño bajo (47 %). Así mismo, es evidente que los docentes obtuvieron mejores resultados en el cuestionario de CK; por lo tanto, se concluye que los profesores presentaron mejores nociones conceptuales sobre el CC, en comparación con el conocimiento pedagógico que se requiere para enseñar el tema. Lo anterior se demostró en la dificultad de los docentes para identificar los errores conceptuales más frecuentes sobre el CC en los estudiantes y para proponer estrategias pedagógicas orientadas a la construcción de conocimiento crítico y reflexivo en ellos.

La mayoría de las estrategias pedagógicas propuestas por los docentes, en torno al CC, fueron de corte transmisionista y tradicionalista, las cuales, a pesar de tener su valor pedagógico, no entrañan la complejidad de la problemática, desde la interacción sociedad-naturaleza, ni promueven sustancialmente el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, se encontró una correlación positiva moderada entre los resultados del cuestionario CK y KSLD. Por lo tanto, es posible inferir que el CK que presentan los docentes sobre CC influye en su KSLD, y, con ello, en su conocimiento pedagógico sobre el tema. A los docentes que presentaron un CK débil les costó trabajo identificar e interpretar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y, por consiguiente, plantear estrategias pedagógicas pertinentes para abordarlas.

Lo anterior devela la importancia de impulsar desde el sistema educativo de Bogotá procesos de desarrollo profesional en los docentes de educación ambiental, que contribuyan a generar conocimiento reflexivo sobre la práctica educativa y fomentar procesos de enseñanza-aprendizaje acordes a la complejidad de los desafíos ambientales de la actualidad. Una posible vía para desarrollar el PCK de los docentes, y con ello impactar el aprendizaje de los estudiantes, se encuentra en estrategias como los cursos con experiencias prácticas y teóricas de enseñanza, acompañados de un proceso de mentoría en el aula, tal como lo sugiere la bibliografía consultada.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad del Rosario, especialmente al Dr. Benjamín Quesada por el apoyo logístico y científico en el desarrollo de la investigación, y a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, por el apoyo financiero.

Referencias

- Alape Sánchez, D. E. y Rivera Téllez, M. (2016). *Diagnóstico de los proyectos ambientales escolares (PRAE) en colegios oficiales de Bucaramanga* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. CRAIUSTA Centro de recursos para el aprendizaje y la investigación. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1730>
- Betul Cebesoy, U. y Karisan, D. (2022). Teaching the role of forests in mitigating the effects of climate change using outdoor educational workshop. *Research in Science & Technological Education*, 40(3), 340-362. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1799777>
- Burgos Ayala, A. (2017). Estado de los proyectos ambientales escolares en Boyacá. *Luna Azul*, (44), 39-58. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.4>
- Bustamante Gazabón, N. D., Cruz Barrios, M. I. y Vergara Rivera, C. (2017). Proyectos ambientales escolares y cultura ambiental en la comunidad estudiantil de las instituciones educativas de Sincelejo, Colombia. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 9(1), 215-229. <https://doi.org/10.22335/rict.v9i1.411>
- Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77-92). Springer.
- Chan, K. K. H. y Yung, B. H. W. (2018). Developing pedagogical content knowledge for teaching a new topic: more than teaching experience and subject matter knowledge. *Research in Science Education*, 48(2), 233-265. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9567-1>
- Clausen, S. W. (2018). Exploring the pedagogical content knowledge of Danish geography teachers: Teaching weather formation and climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(3), 267-280. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1349376>

- Daehler, K. R., Heller, J. I. y Wong, N. (2015). Supporting growth of pedagogical content knowledge in science. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 45-59). Routledge.
- Duarte Díaz, J. J. (2020). *Caracterización del conocimiento didáctico del contenido sobre educación ambiental de profesores de Bogotá, Colombia* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11918>
- Fretz, E. J. (Ed.). (2016). *Climate Change Across the Curriculum*. Lexington Books.
- Ernst, J. y Erickson, D. M. (2018). Environmental education professional development for teachers: A study of the impact and influence of mentoring. *Journal of Environmental Education*, 49(5), 357-374. <https://doi.org/10.1080/00958964.2018.1451813>
- Favier, T., Van Gorp, B., Cyvin, J. B. y Cyvin, J. (2021). Learning to teach climate change: Students in teacher training and their progression in pedagogical content knowledge. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(4), 594-620. <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1900080>
- Gallego Torres, A. y Castro-Montaña, J. (2020). Estudio de las representaciones sociales de los docentes sobre el cambio climático antropogénico. *Revista científica*, (38), 229-242. <https://doi.org/10.14483/23448350.16190>
- García, J. E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Diada Editorial S.L.
- González Gaudiano, E. (2007). Educación y cambio climático: un desafío inexorable. *Trayectorias*, IX(25), 33-44.
- González Gaudiano, E. J. y Meira Cartea, P. Á. (2020). Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, 42(168), 157-174. <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2020.168.59464>
- Grossman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College Press.
- Grossman, P. L., Wilson, S. M. y Shulman, L. S. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para enseñanza. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2), 1-24.
- Gulizia, C. y Zazulie, N. (26-28 de septiembre de 2012). Ideas previas en el aprendizaje del efecto invernadero y el calentamiento global en estudiantes universitarios de Ciencias Exactas y Naturales. *Memoria Académica. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcapjcgclclefindmkaj/https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3681/ev.3681.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill / Interamericana editores.
- Hurst Loo, A. M. y Walker, B. R. (2023). Climate change knowledge influences attitude to mitigation via efficacy beliefs. *Risk Analysis*, 43(6), 1162-1173. <https://doi.org/10.1111/risa.14026>
- Jie, C., Monroe, M. C., Oxarart, A. y Ritchie, T. (2021). Building teachers' self-efficacy in teaching about climate change through educative curriculum and professional development. *Applied Environmental Education & Communication*, 20(1), 34-48. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2019.1617806>
- Kadji, C., Zachariou, A., Liarakou, G. y Flogaitis, E. (2013). Mentoring as a strategy for empowering Education for Sustainable Development in schools. *Professional Development in Education*, 40, 717-739. <https://doi.org/10.1080/19415257.2013.835276>
- Katsenou, C., Flogaitis, E. y Liarakou, G. (2013). Exploring pupil participation within a sustainable school. *Cambridge Journal of Education*, 43(2), 243-258. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2013.774320>
- Kaya, Z., Kaya, O. N., Aydemir, S. y Ebenezer, J. (2021). Knowledge of Student Learning Difficulties as a Plausible Conceptual Change Pathway Between Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 52(2), 691-723. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09971-5>
- Kim, J. (2020). *Connecting pedagogical content knowledge (pck) to teaching practice: investigating physics teachers' enacted pck, personal pck, and engagement with student ideas in classroom discussions* [Tesis de doctorado, Michigan State University]. MSU Libraries Digital Repository. <https://d.lib.msu.edu/etd/49466>
- Lertdechapat, K. y Faikhamta, C. (2021). Enhancing pedagogical content knowledge for STEM

- teaching of teacher candidates through lesson study. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 10(4), 331-347. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-03-2021-0020>
- Lopera Pérez, M. y Villagrà Sobrino, S. L. (2020). Alfabetización climática en la formación inicial y continua de docentes. *Uni-pluriversidad*, 20(1), 81-99. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.05>
- Marcelo, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J. M. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del Profesorado (I)* (151-185). Tórculo.
- Mavhunga, E. (2019). Exposing pathways for developing teacher pedagogical content knowledge at the topic level in science. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 129-148). Springer.
- Molina, E. C., González, A. L. M. y Gaudiano, E. G. (2016). Construcción de conocimiento y creencias epistemológicas sobre cambio climático en docentes de nivel primaria. De la vulnerabilidad a la resiliencia. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 38(2), 52-76.
- Monje Alvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana.
- Mora, W. (2011). *La inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior: un estudio de caso en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital en Bogotá* [Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla]. Depósito de Investigación, Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/72753>
- Newton, D. P. y Newton, L. D. (2001). Subject content knowledge and teacher talk in the primary science classroom. *European Journal of Teacher Education*, 24(3), 369-379. <https://doi.org/10.1080/02619760220128914>
- Parga, D. L. y Mora, W. M. (2016). Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. *Indagatio Didactica*, 8(1), 777-792.
- Parga D. L. y Mora W. M. (2014). El pck, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química*, 25(3), 332-342. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70549-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70549-X)
- Park, S. (2019). Reconciliation between the refined consensus model of PCK and extant PCK models for advancing PCK research in science. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 117-128). Springer.
- Quiroga, S. (2018). *Conocimiento Didáctico del Contenido (cdc) del cambio climático: una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14320>
- Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: En busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Teed, R. y Franco, S. (2014). Increasing Teachers' Confidence and Pedagogical Content Knowledge through a Workshop and Follow-Up Program on Climate Change. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 587-597. <https://doi.org/10.5408/13-039.1>
- Wilson, C. D., Borowski, A. y Van Driel, J. (2019). Perspectives on the future of PCK research in science education and beyond. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 289-300). Springer.
- Zhou, G. (2015). Environmental Pedagogical Content Knowledge: A Conceptual Framework for Teacher Knowledge and Development. En S. Stratton, R. Hagavik, A. Feldman y M. Bloom (Eds.), *Educating Science Teachers for Sustainability* (185-203). Springer.
- Zhou, S., Zhang, C. y Wang, Y. (2016). Pre-service science teachers' PCK: Inconsistency of pre-service teachers' predictions and student learning difficulties in Newton's third law. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 373-385. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1203a>



Fotografía
Lina Marcela Almaciga Camargo

IDENTIFICACIÓN DE HABILIDADES DE LECTURA E INTERPRETACIÓN DE ÁRBOLES FILOGENÉTICOS CON DOCENTES DE BIOLOGÍA EN FORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Identification of Reading and Interpretation Skills of Phylogenetic Trees in Biology Teachers in Training at the Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Identificação de habilidades de leitura e interpretação de árvores filogenéticas em professores de biologia em formação na Universidade Distrital Francisco José de Caldas

Laura Catalina Niño-Sarmiento* 
 David Alejandro Guerrero-Pérez** 
 Heidy Tatiana Gómez-Cuadrado*** 
 Leyla Andrea Garcia-Reinel**** 

Fecha de recepción: 19 de septiembre de 2023
 Fecha de aprobación: 08 de mayo de 2024

Cómo citar

Niño-Sarmiento, L. C., Guerrero-Pérez, D. A., Gómez-Cuadrado, H. T. y Garcia-Reinel, L. A. (2024). Identificación de habilidades de lectura e interpretación de árboles filogenéticos con docentes de Biología en formación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, *Bio-grafía*, 17(33), 129-143. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-20088>

* Estudiante Universidad Distrital Francisco José de Caldas. lcninos@udistrital.edu.co

** Estudiante Universidad Distrital Francisco José de Caldas. daaguerrerop@udistrital.edu.co

*** Estudiante Universidad Distrital Francisco José de Caldas. htgomezc@udistrital.edu.co

**** Estudiante Universidad Distrital Francisco José de Caldas. leagarcia@udistrital.edu.co

Resumen

El uso de modelos visuales en la enseñanza de la biología es fundamental para aproximar conceptos abstractos que implican procesos cognitivos complejos a la realidad del estudiante; sin embargo, los docentes en formación presentan dificultades para leer e interpretar dichas representaciones y, por ende, incapacidad de usarlas para enseñar. Por consiguiente, se propone la identificación de habilidades de lectura e interpretación presentes en estos, por medio de observación directa para el análisis y categorización de sus razonamientos y habilidades en la resolución de problemas filogenéticos mediante un instrumento de recolección de datos ampliamente usado y analizado por otros autores, categorizando el nivel que tienen los estudiantes según el número de habilidades presentadas en comparación con el docente. Principalmente, los estudiantes demostraron incapacidad para identificar linajes e identificar hipótesis incorrectas basadas en la información proporcionada. Por otro lado, prevalecieron los razonamientos influenciados y filogenéticos en esta población. Por lo tanto, se presume, los estudiantes tienen dificultades para leer y comprender árboles filogenéticos. Es esencial continuar abordando el tema y encontrar formas de subsanar estos vacíos conceptuales en la capacitación de los futuros docentes de biología del país, ya que más del 50 % de los estudiantes están en el nivel intermedio y solo un 20 % demuestra competencia completa.

Palabras clave: docentes en formación; modelo evolutivo; sistemática; *tree thinking*

Abstract

The use of visual models in biology teaching is essential for bringing abstract concepts, which involve complex cognitive processes, closer to the student's reality. However, teachers in training face difficulties in reading and interpreting these representations, and consequently, are unable to use them for teaching. Therefore, this study proposes identifying the reading and interpretation skills present in these teachers through direct observation to analyze and categorize their reasoning and skills in solving phylogenetic problems through a widely used and analyzed data collection instrument. The study categorizes the level of students according to the number of skills presented compared to the teacher. Primarily, students demonstrated an inability to identify lineages and identify incorrect hypotheses based on the information provided. On the other hand, phylogenetic and influenced reasoning prevailed in this population. Therefore, it is assumed that students have difficulties in reading and understanding phylogenetic trees. It is essential to continue addressing this issue and find ways to bridge these conceptual gaps in the training of future biology teachers in the country, as more than 50% of students are at the intermediate level and only 20% demonstrate full competence.

Keywords: teachers in training; evolutionary model; systematics; *tree thinking*

Resumo

O uso de modelos visuais no ensino de biologia é fundamental para aproximar conceitos abstratos, que envolvem processos cognitivos complexos, da realidade do estudante. No entanto, os professores em formação enfrentam dificuldades para ler e interpretar essas representações e, conseqüentemente, são incapazes de usá-las para o ensino. Portanto, propõe-se a identificação das habilidades de leitura e interpretação presentes nesses professores por meio de observação direta para analisar e categorizar seus raciocínios e habilidades na resolução de problemas filogenéticos, utilizando um instrumento de coleta de dados amplamente utilizado e analisado por outros autores. O estudo categoriza o nível dos alunos de acordo com o número de habilidades apresentadas em comparação com o professor. Principalmente, os alunos demonstraram incapacidade de identificar linhagens e hipóteses incorretas com base nas informações fornecidas. Por outro lado, prevaleceram os raciocínios influenciados e filogenéticos nesta população. Portanto, presume-se que os alunos têm dificuldades para ler e compreender árvores filogenéticas. É essencial continuar abordando esse tema e encontrar formas de preencher essas lacunas conceituais na formação dos futuros professores de biologia do país, já que mais de 50% dos alunos estão em nível intermediário e apenas 20% demonstram competência completa.

Palavras-chave: professores em formação; modelo evolutivo; sistemática; *tree thinking*



Introducción

En el campo de la enseñanza de las ciencias se reconoce la importancia de las representaciones visuales y la efectividad de estas sobre los modos verbales (Gilbert, 2010), a tal punto que los profesores de educación superior han incorporado árboles filogenéticos en el plan de estudios de biología para promover el aprendizaje conceptual de los principios evolutivos (Novick y Cately, 2000). Esto ha generado un puente entre la teoría científica y el mundo natural, mediante imágenes simplificadas a las que se les aplica una teoría abstracta comparable con la observación de fenómenos del mundo natural esenciales para la comprensión (Treagust y Tsui, 2013). Estos árboles filogenéticos se usan para explicar la continuidad de la vida: los seres vivos comparten material genético como huellas moleculares para conocer los cambios que han ocurrido en el pasado, los científicos estudian cómo los organismos han evolucionado a través del uso de secuencias de ADN y proteínas, con el fin de conocer cómo interactúan los genes, y determinan las relaciones evolutivas de las formas del pasado y las contemporáneas (García, 2011). Antes de la llegada de las tecnologías de secuenciación de ADN, los árboles filogenéticos se utilizaban casi exclusivamente para describir relaciones entre especies; sin embargo, hace algún tiempo, la filogenia molecular se ha convertido en una herramienta indispensable para las comparaciones de genoma (Yang y Rannala, 2012). En la actualidad, la filogenia molecular es uno de los campos más dinámicos y ricos de la biología; no obstante, la creciente sofisticación de las técnicas revela la existencia de un número importante de métodos estructurales y computacionales que podrían dar diferentes respuestas a un mismo enunciado. Por ejemplo, no es lo mismo una filogenia construida por metodología de máxima parsimonia, que una construida por máxima verosimilitud (Moreira y Philippe, 2000). Aun así, ambas podrían converger y generar conclusiones más robustas.

Estas representaciones no están exentas de interpretaciones erróneas, ya que el lector puede estar influenciado por el contexto y las concepciones previas (Alters y Nelson, 2002). Según Halverson y Fredrichsen (2013), el uso de conocimiento científico previo interfiere en la interpretación de árboles filogenéticos, al igual que el pensamiento progresista lineal y no ramificado de la evolución presente en el pensamiento colectivo, lo cual puede ocasionar dificultades en estudiantes de diferentes niveles académicos con respecto al *tree-thinking*. Además, Dees *et al.* (2014) señala que uno de los errores comunes en la interpretación de los árboles filogenéticos es no reconocer correctamente los eventos de divergencia entre grupos de individuos, lo que significa

separar la deriva evolutiva de un grupo de individuos sin reflejar adecuadamente este proceso en las ramas del árbol. Además, es habitual que los estudiantes ignoren la evidencia filogenética y, en su lugar, den mayor importancia a características superficiales, como la apariencia física, lo cual conduce a interpretaciones incorrectas. Por otro lado, Peñaloza y Robles-Pineros (2016) plantean una dificultad en cuanto a la interiorización de un modelo abstracto que a priori resulta contraintuitivo. Los estudiantes suelen interpretar el modelo basándose en aspectos superficiales, lo que reduce la importancia de las convenciones del árbol y de la información filogenética. Está claro que la mayoría de los estudiantes no interpretan los árboles de la misma manera que los biólogos evolutivos (Baum *et al.*, 2005; Gregory, 2008; Meir *et al.*, 2007), teniendo en cuenta que así como todo geógrafo necesita saber leer un mapa, todo biólogo necesita saber leer un árbol evolutivo o árbol filogenético (O'Hara, 1998). Con base en Kozma y Rusell (2005), quienes plantean la necesidad de reconocer para poder leer y después construir este tipo de modelos, se habla de categorización de habilidades asociadas a la lectura en orden creciente de experticia. En este sentido, la formación del profesorado es pieza clave al abordar temáticas y conceptos para mejorar habilidades de lectura, interpretación y construcción de árboles, con base en evidencias, ya que dichas representaciones mejoran el aprendizaje de los textos, la resolución de problemas y facilitan las relaciones entre los nuevos conocimientos y los previos (Cook, citado en Treagust y Tsui, 2013). No obstante, aunque este es un tema central en la biología, poco se sabe sobre cómo los estudiantes entienden, utilizan y aprenden con estas representaciones, ya que pocos estudios se han centrado en las habilidades de lectura, interpretación y construcción que priman en los estudiantes o cómo los conceptos erróneos interfieren con los enfoques de resolución de problemas (Halverson *et al.*, 2011). Por lo anterior, se realiza el presente trabajo, el cual se centra en la lectura e interpretación de árboles filogenéticos, con el objetivo de identificar las habilidades que muestran los docentes de biología en formación, en adelante DBF, de la Universidad Distrital, en cuanto a la resolución de problemas filogenéticos. Por medio de un estudio empírico, basado en la obtención de evidencia verificable mediante la observación directa e indirecta de las estrategias de los DBF, se pretende reconocer las dificultades asociadas al uso de las representaciones visuales –en este caso, de los árboles filogenéticos– y brindar un punto de partida para ampliar el panorama de cómo abordar la enseñanza de la evolución por medio de representaciones gráficas y modelos visuales, no solo en la formación de docentes, sino en diferentes niveles académicos.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio empírico, que se basó en la obtención de evidencia verificable mediante la observación directa e indirecta de las estrategias de los DBF durante el desarrollo de las diferentes actividades que se planteaban. También, se utilizó un enfoque mixto secuenciado para el análisis de datos, ya que, según Oliveira Magalhães y Batista (2021), el método mixto permite un análisis más completo de la información. Esta investigación consta de cuatro fases.

Fase 1: selección de participantes y recopilación de datos

En esta fase se selecciona una muestra de 44 estudiantes y el docente a cargo del curso. La población fue de semestres superiores a quinto, en el cual ya se cuenta con cierto nivel de experticia en árboles filogenéticos, al haber cursado asignaturas obligatorias, como zoología de invertebrados, zoología de vertebrados, botánica 1, botánica 2 y sistemática. La intervención fue llevada a cabo con estudiantes que cursaron la electiva de ecología evolutiva en la Universidad Distrital, sede macarena, una institución educativa pública de Bogotá-Colombia. Se realizó una indagación de las habilidades de lectura e interpretación de árboles filogenéticos, con el fin de identificar las áreas de dificultad de los estudiantes. Para la obtención de datos, se aplicó un cuestionario modificado (anexo A), de Halverson *et al.* (2011), de preguntas abiertas y preguntas de opción múltiple. Teniendo en cuenta la protección de datos y la confidencialidad, se les informó a los participantes que las respuestas serían manejadas de manera anónima y que sus datos personales no serían de dominio público, con el fin de proteger su privacidad. Este cuestionario permitió evaluar las ideas de los DBF, en relación con aspectos como filogenia, evolución y resolución de problemas, y les permitió explicar su razonamiento en las preguntas abiertas. Luego de realizar el cuestionario y de obtener los datos, estos facilitaron identificar los temas de las respuestas y sus líneas argumentativas, así como evaluar patrones de conocimiento. Con esto, se logra el reconocimiento de las habilidades presentadas en la tabla 1 (anexo B), que fueron categorizadas por medio de la codificación

de perfiles y la instauración de categorías propuestas por los autores, presentadas en la fase 4, en la que se agrupan las habilidades de los estudiantes con respecto a las habilidades del profesor (novato-experto).

Fase 2: análisis de datos

En esta fase se realizó un análisis de datos con enfoque mixto secuenciado y se construyó un perfil del estudiante, con base en las ideas preexistentes que se obtuvieron mediante su explicación de las preguntas abiertas sobre aspectos como filogenia y evolución, además de las estrategias de resolución de problemas que implementan los DBF para dar solución al cuestionario propuesto (anexo A). Se establece un total de trece (13) habilidades que se identifican en el profesor a cargo del curso. En comparación con las respuestas del profesor y de las explicaciones que él mismo da a sus respuestas, se comparan tanto las respuestas como las explicaciones de cada DBF, y se identifica qué habilidades presenta y en cuales se observan más falencias.

Fase 3: identificación de áreas de dificultad

Se prestó especial atención a aspectos críticos, como la construcción de árboles filogenéticos, la identificación de agrupaciones en la representación gráfica (grupos monofiléticos, parafiléticos, etc.), la aplicación de conceptos básicos de sistemática y filogenia (mutación, selección natural, flujo génico, etc.). Esto permite destacar zonas específicas que proporcionen una comprensión detallada de las dificultades que se puedan presentar.

Fase 4: categorización de habilidades

Con base en la información recogida de la fase 3, y en la planteada por Halverson *et al.* (2011) y Peñaloza y Robles-Pineros (2016), se codificaron perfiles detallados, basados en la información detallada en la tabla 2, tabla 3 y en los resultados de los estudiantes, y se establecieron categorías en función de la cantidad de habilidades que presentan los DBF, según el análisis de sus respuestas y los razonamientos que utilizaron para explicarlas.

Tabla 1. Habilidades determinadas propuestas que han de poseer los DBF.

HABILIDADES DETERMINADAS			
Habilidad 1	Utiliza la representación (árbol filogenético) para explicar o entender un escenario filogenético.	Habilidad 8	Es capaz de inferir una filogenia con base en información filogenética parcial, seleccionando la mejor estimación de una historia evolutiva (principio de parsimonia).
Habilidad 2	Es capaz de conectar los significados básicos de las relaciones ilustradas cuando comparan los árboles filogenéticos.	Habilidad 9	Identifica y explica por qué o cómo una representación es más apropiada que otra.
Habilidad 3	Comprende los elementos simbólicos del árbol. Es decir, la función de los nodos, las ramas y las relaciones.	Habilidad 10	Es capaz de rechazar o aceptar hipótesis correctamente influenciado por las representaciones.
Habilidad 4	Reconoce que la forma del árbol no necesariamente representa unas relaciones diferentes, sino que puede representar las mismas relaciones.	Habilidad 11	Interpreta los árboles filogenéticos en función de cómo ilustran la historia evolutiva.
Habilidad 5	Interpreta científicamente las relaciones ilustradas dentro de la topología del árbol con base en la ancestralidad común.	Habilidad 12	Interpreta patrones de las representaciones utilizando un enfoque que consiste en mapear la descendencia común para identificar al ancestro en común más reciente.
Habilidad 6	Identifica los patrones monofiléticos y las apomorfías implícitas que separan los taxones.	Habilidad 13	Es capaz de identificar los principales linajes indicando su clasificación y el significado de los principales cambios evolutivos.
Habilidad 7	Es capaz de utilizar y construir múltiples representaciones para resolver problemas filogenéticos.		

Fuente: datos adaptados de *Exploring the complexity of tree thinking expertise in an undergraduate systematics course* (Halverson et al., 2011).

Tabla 2. Razonamientos utilizados por los DBF.

RAZONAMIENTOS UTILIZADOS EN LA RESOLUCIÓN DEL CUESTIONARIO			
Extraño	Este tipo de razonamiento se caracteriza en que el individuo usa fundamentos conceptuales inexactos, no son capaces de producir respuestas científicamente aceptadas, así mismo de describir similitudes entre relaciones y desarrollar árboles a partir de datos brindados.	Rama influenciada	El tipo de representación influye en la representación, no identifica que los árboles filogenéticos pueden girar.
Ecológico	El individuo representa ideas incorrectas de la influencia de los atributos geográficos en la relación de las especies. Hace referencia a atributos ecológicos como la ubicación geográfica, dificultad para incorporar información biogeográfica en problemas sistemáticos y simplifica el papel del medio ambiente en la especiación y la relación	Nodo influenciado	Se centra en el número de nodos entre taxones y árboles, identifica los nodos a partir de “una rama principal”.
Morfológico	Se caracteriza por la búsqueda de similitudes de apariencia físicas, eliminan la búsqueda de diferencias de estas e ignoran la evidencia genética, por lo que tienen en cuenta aspectos como “evolución convergente”.	Filogenético limitado	Usan razonamiento basado en conocimiento científico aceptado para explicar la respuesta, pero no llegan a su solución completa.
Filogenético	Interpreta y utiliza los árboles de la manera en que lo haría un biólogo evolutivo.		

Fuente: Datos adaptados de *Exploring the complexity of tree thinking expertise in an undergraduate systematics course* (Halverson et al., 2011).

Tabla 3. Categorías establecidas en función de la cantidad de habilidades presentes en los DBF.

CATEGORÍAS DETERMINADAS			
Nivel experto	En esta categoría se ubican los docentes en formación que presentan más de diez de las habilidades determinadas.	Nivel competente	En esta categoría se ubican los docentes en formación que presentan entre ocho y diez habilidades determinadas.
Nivel intermedio	En esta categoría se ubican los docentes en formación que presentan entre cuatro y siete habilidades determinadas.	Nivel insuficiente	En esta categoría se ubican los docentes en formación que presentan menos de cuatro de las habilidades determinadas.

Fuente: datos adaptados de *Exploring the complexity of tree thinking expertise in an undergraduate systematics course* (Halverson et al., 2011).

Resultados y análisis

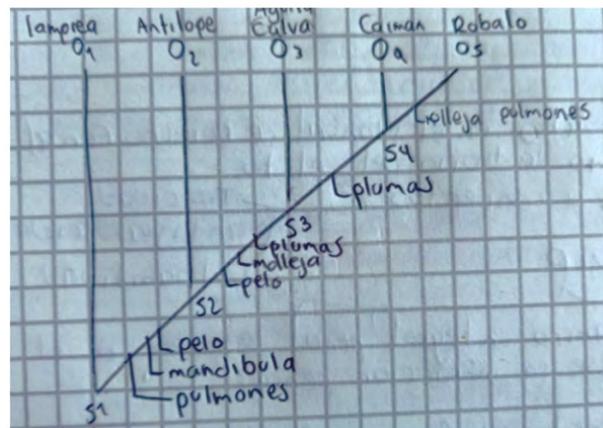
Con el cuestionario, se obtuvieron respuestas de 44 DBF y del profesor del curso, las cuales se utilizaron como referencia para comparar los razonamientos y las habilidades de DBF con las de un experto. El maestro presentó trece (13) habilidades, que se dividieron en cuatro categorías, según las ideas de los estudiantes.

Habilidades y dificultades de DBF

Las habilidades y dificultades presentes se observan en la figura 2. Las falencias comunes son la identificación de linajes, por ejemplo, el DBF 22 (figura 1) toma intuitivamente concepciones de dominios diferentes del conocimiento, las aplica en sus pensamientos y llega a razonamientos explicativos erróneos, lo que representa transversalidad y conflicto. Esto coincide con el trabajo de Dinghi et al. (2020), aceptar y rechazar hipótesis de manera correcta, a partir de la información que brinda la representación. Por ejemplo, el estudiante 11 responde: “Un cocodrilo está emparentado con un lagarto, pero no con un pájaro, porque la relación filogenética del cocodrilo y el lagarto es más cercana”, priorizando la topografía del árbol para explicar la cercanía, en disonancia con el conocimiento científico aceptado, pues, según Quishpe y Blanca (2006), un ancestro es un organismo primitivo que ha dado lugar a un conjunto de especies. Así, tiene en cuenta las relaciones ancestro-descendiente y la historia natural de los individuos, característica que sí presenta el experto y que le permite aceptar hipótesis de manera correcta. Por otro lado, una de las habilidades comunes es comprende la función que tienen las con-

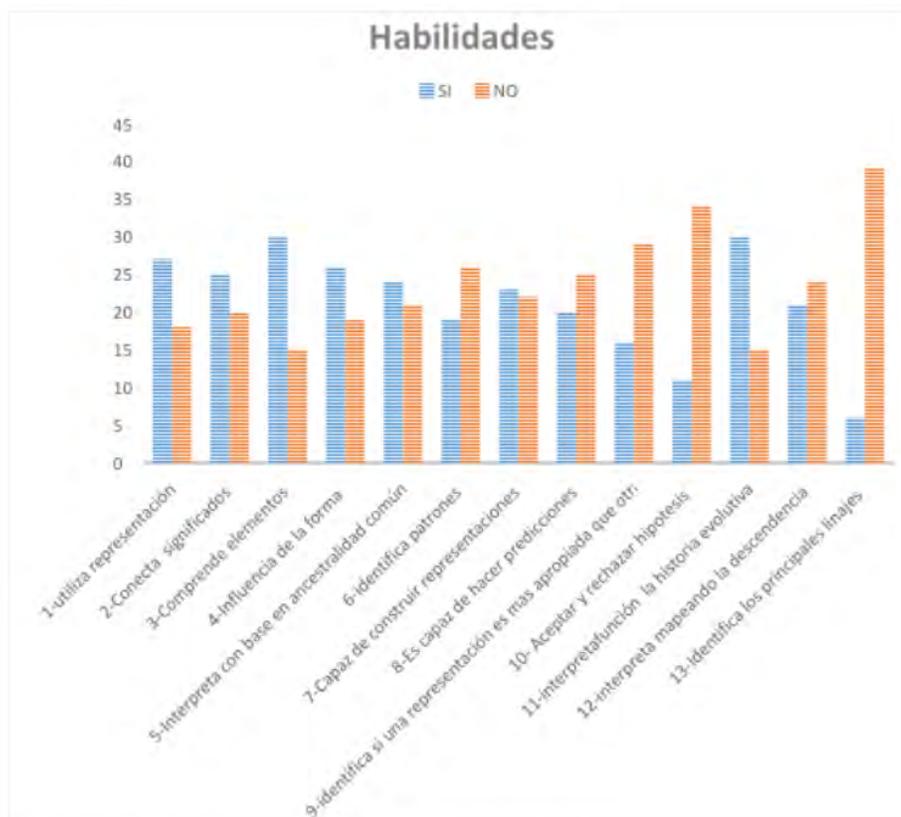
venciones del árbol filogenético. Aquí, el DBF 37 identifica que el nodo es donde cada rama se bifurca (Quishpe y Blanca, 2006), lo que representa divergencia e indica que comprende el significado de la convención del árbol. Otra de las habilidades comunes es la interpretación de las relaciones con base en la historia evolutiva y la capacidad de resolver problemas filogenéticos, en la cual el DBF 31 respondió: “Esto sirve para identificar las características compartidas de los individuos de manera que se facilite establecer relaciones que puedan dar cuenta de la historia compartida de los organismos”. Este basa su explicación de las relaciones de parentesco en la cladística y reconstruye una posible historia evolutiva, como plantean Castillo-Cerón y Goyenechea (2007).

Figura 1. Construcción de cladograma del DBF 22.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados en el estudio.

Figura 2. Comparación de habilidades presentes y ausentes de los participantes.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados en el estudio.

Razonamiento de los DBF

Los razonamientos más comunes son el de forma influenciada, como muestra la figura 3, que representa la relación razonamiento predominante-pregunta. Para ejemplificar, si se pide identificar cuál es el árbol filogenético que representa relaciones diferentes, los participantes muestran incapacidad para reconocer que, aunque el árbol está girado, representa las mismas relaciones filogenéticas, lo que evidencia que se dejan influenciar por la forma del árbol filogenético. En tal caso, el DBF 16 elige la forma de árbol con la que más se familiariza, ignorando la información filogenética que se brinda, lo que demuestra un uso de razonamiento explicativo erróneo de la realidad, según Dinghi *et al.* (2020), que resulta en un obstáculo de conflictividad del conocimiento para la enseñanza de la evolución. Otro razonamiento referente es el filogenético limitado, que se evidenció a menudo en las preguntas 1, 2, 3 y 7 (preguntas abiertas que, en comparación con

las del experto, resultaban incompletas). Por ejemplo, el DBF 17 describe: “El uso de caracteres fenotípicos y genotípicos permite que se dé una mayor certeza en el conocimiento de la especie, si pertenece a ese grupo en particular, conocer caracteres físicos, reconocer los genes que contribuyen o no con algo en específico”. Aunque llega a una conclusión científicamente aceptada, ignora la posible variación entre caracteres por procesos homoplásicos. Por su parte, uno de los razonamientos menos utilizados fue el ecológico, que inicialmente se esperaba fuese predominante, pues la población es un curso de ecología evolutiva. Según González (2018), la ecología filogenética se basa en la relación entre los caracteres ecológicos de los hábitats de las especies, y la filogenia molecular explica la adaptación a la variación ambiental en el tiempo y el espacio. Por su parte, previo y extraño se muestran en la figura 4, en la que se relaciona cada una de las preguntas del cuestionario con el razonamiento menos usado por los estudiantes para resolverlas.

Figura 3. Razonamientos más reiterados presentes en los participantes.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados en el estudio.

Figura 4. Razonamientos menos reiterados presentes en los participantes.



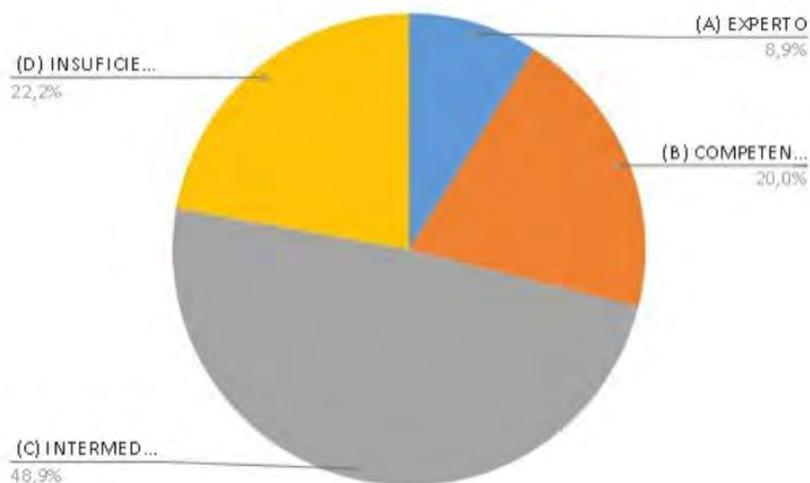
Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados en el estudio.

Categorización de las concepciones de los docentes de biología en formación

Se determinó que los DBF presentan una cantidad de habilidades que los ubican en las categorías propuestas a partir de los siguientes porcentajes. El 48,9 % está en la

categoría intermedia, siendo el porcentaje más alto en la figura 5, mientras que el menor porcentaje está en la categoría experta. Sin embargo, los porcentajes intermedios e insuficientes superan el 20 % de los participantes, lo que indica que se necesitan habilidades en más del 20 % de los DBF para alcanzar la categoría experta.

Figura 5. Total de participantes ubicados en cada una de las categorías establecidas.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados en el estudio.

Conclusiones

El 9 % de los estudiantes es capaz de comunicar el modelo de árbol filogenético claramente, un 20 % demostró ser competente en la comprensión de las dinámicas de la representación, el 49 % no presentó la mitad de las habilidades propuestas y un 22 % se ubicó en la categoría de insuficiencia al demostrar menos de cuatro habilidades propuestas. Cerca de $\frac{1}{4}$ de la población es capaz de construir y justificar la solución a problemas filogenéticos.

El estudio revela una serie de desafíos en la formación de docentes de biología en cuanto a la lectura e interpretación de árboles filogenéticos, así como dificultades para comprender y utilizar adecuadamente los árboles filogenéticos en el contexto educativo. Los DBF reconocen la representación en forma de árbol, identifican sus partes y abordan problemas con razonamiento filogenético limitado, en los que se tiene una solución incompleta, aunque aceptable, de problemas filogenéticos representacionales. Así mismo, interpretan los árboles en función de cómo los ilustran la historia evolutiva y pueden utilizar la representación para plantear escenarios filogenéticos, pero demuestran falencias de identificación de linajes y asociación de los principales cambios evolutivos, lo que dificulta la aceptación y el rechazo de hipótesis usando evidencias. Generalmente, la lectura de árboles filogenéticos está influenciada por la forma de la representación (razonamiento influenciado en los nodos) para solucionar problemas de tipo filogenético. En la escala de Harlerson (2011), la mayoría de DBF se encuentran en el nodo de lectura, ignorando el uso de

evidencias, y no alcanzan el nodo de construcción, ya que este requiere que el sujeto tenga la capacidad de presentar y justificar las relaciones evolutivas expuestas. La mayoría de los DBF están en la categoría intermedia, lo que indica que están progresando en sus habilidades filogenéticas. Sin embargo, un gran número está en un porcentaje insuficiente, el cual podría disminuir si se fomenta la implementación de estrategias más efectivas de enseñanza y aprendizaje que aborden específicamente las dificultades identificadas en este estudio. Esto podría implicar el desarrollo de enfoques pedagógicos innovadores, recursos educativos especializados y una mayor integración de la filogenia en el currículo de biología. Teniendo en cuenta la importancia de estas representaciones visuales en la enseñanza de la evolución, mejorar su comprensión, así como fomentar su uso entre los docentes en formación, no solo beneficiará la práctica pedagógica, sino que contribuirá a una educación más efectiva, que le ayude a las generaciones futuras de estudiantes a comprender mejor los principios fundamentales de la evolución y la diversidad biológica.

Referencias

- Alters, B. J. y Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *International Journal of Organic Evolution*, 56(10), 1891-1901. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2002.tb00115.x>
- Baum, D. A., Smith, S. D. y Donovan, S. S. S. (2005). The tree-thinking challenge. *Science*, 310(5750), 979-980. [10.1126/science.1117727](https://doi.org/10.1126/science.1117727)

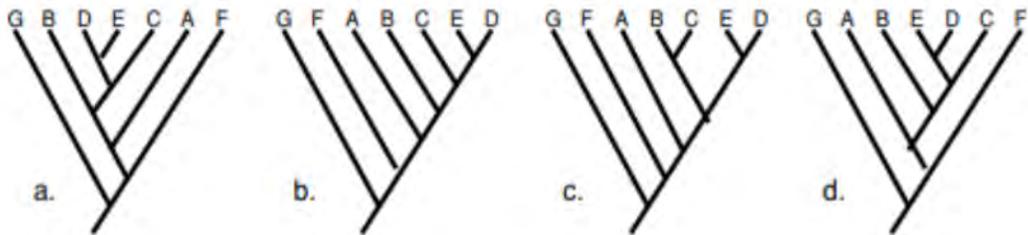
- Catley, K. M. y Novick, L. R. (2008). Seeing the wood for the trees: an analysis of evolutionary diagrams in biology textbooks. *BioScience*, 58(10), 976-987. <https://doi.org/10.1641/B581011>
- Castillo-Cerón, J. M. y Goyenechea, I. (2007). *Conceptos básicos en sistemática filogenética: los deuterostomados como ejemplo*. Amalgama Arte Editorial, S.A de C.V.
- Dees, J., Momsen, J., Niemi, J. y Montplaisir, L. (2014). Student interpretations of phylogenetic trees in an introductory biology course. *CBE—Life Sciences Education*, 13(4), 666-676. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-01-0003>
- Dinghi, P. A., Guzmán, N. V. y Monti, D. S. (2020). Jugando con Dragones: Una experiencia lúdica como introducción a los conceptos filogenéticos en la enseñanza de la biodiversidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 120101-120116. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1201
- García, L. F. (2011). Genes y evolución el delgado hilo que nos conecta por miles de millones de años. *Acta Biológica Colombiana*, 16(3), 71-87.
- Gilbert, J. K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 11(1), 2-19.
- González Treviño, A. (2018). *Ecología filogenética de los cangrejos violinistas del género UCA (Leach, 1814) en la Laguna Madre, Tamaulipas México* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional UANL. <http://eprints.uanl.mx/21783/>
- Gregory, T. R. (2008). Understanding evolutionary trees. *Evolution: Education and Outreach*, (1), 121-137.
- Halverson, K. y Friedrichsen, P. (2013). Learning Tree Thinking: Developing a New Framework of Representational Competence. En D. Treagust y C. Y. Tsui (Eds.), *Multiple Representations in Biological Education* (pp. 185-201). Springer.
- Halverson, K. L., Pires, C. J. y Abell, S. K. (2011). Exploring the complexity of tree thinking expertise in an undergraduate systematics course. *Science Education*, 95(5), 794-823.
- Kozma, R. y Russell, J. (2005). Modelling students becoming chemists: developing representational competence. En J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 121-145). Springer.
- Oliveira Magalhães, C. A. y Batista, M. (2021). *Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências*. Atena. 10.22533/at.ed.790232604
- Meir, E., Perry, J., Herron, J. C. y Kingsolver, J. (2007). College students' misconceptions about evolutionary trees. *American Biology Teacher*, 69(7), 71-76. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2007\)69\[71:CSMAET\]2.0.CO](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2007)69[71:CSMAET]2.0.CO)
- Moreira, D. y Philippe, H. (2000). Molecular phylogeny: pitfalls and progress. *International Microbiology*, 3(1), 9-16.
- Novick, L. R. y Catley, K. M. (2000). Spatial diagrams: Key instruments in the toolbox for thought. En D. L. Medin (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation Vol. 40* (pp. 279-322). Academic Press.
- O'Hara, R. J. (1988). Diagrammatic classification of birds, 1819-1901: Views of the natural system in 19th century British ornithology. En H. Ouellet (Ed.), *Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici* (pp. 2746-2759). National Museum of Natural Sciences.
- Peñaloza, G. y Robles-Piñeros, J. (2016). El desafío del tree thinking: un análisis del uso de árboles evolutivos con estudiantes de educación secundaria. *Revista de Educación en Biología*, 19(1), 54-72. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v19.n1.22530>
- Quisphe, G. y Blanca, E. (2006). *Implementación y evaluación de heurísticas para construir árboles filogenéticos basados en matrices de distancias* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. BIB Digital. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/288>
- Treagust, D. F. y Tsui, C. Y. (Eds.). (2013). *Multiple Representations in Biological Education*. Springer.
- Yang, Z. y Rannala, B. (2012). Molecular phylogenetics: principles and practice. *Nature reviews genetics*, 13(5), 303-314. 10.1038/nrg3186

ANEXOS

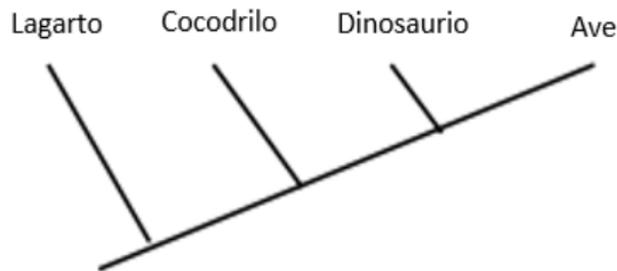
Anexo A

CUESTIONARIO

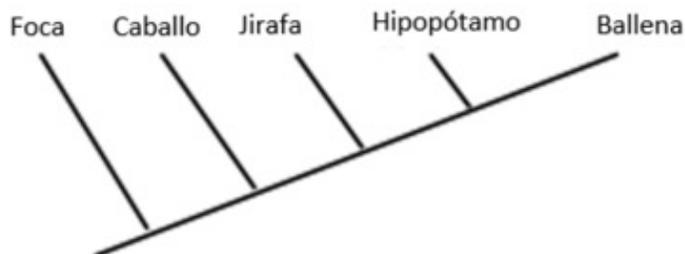
1. Explique por qué cree que nosotros, como científicos, tratamos de desarrollar sistemas que sitúen a los organismos en grupos relacionados.
2. Al investigar las relaciones entre organismos, describa cómo el uso de características físicas y características genéticas por separado podría ofrecer conclusiones similares o diferentes.
3. ¿Existen otras características, además de las mencionadas anteriormente, que sean necesarias para identificar organismos o especies? Si es así, describa estas características y cómo pueden ayudar con el proceso de identificación.
4. ¿Cuál de los siguientes cuatro árboles representa un patrón diferente de relaciones que los demás?



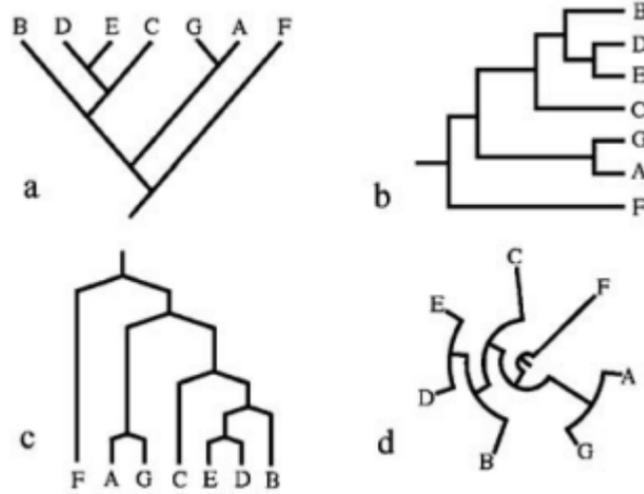
5. Usando la siguiente imagen, ¿cuál de las siguientes es una declaración precisa de las relaciones? Proporcione una explicación de por qué eligió su respuesta.
 - a. Un cocodrilo está más estrechamente relacionado con un lagarto que con un pájaro.
 - b. Un cocodrilo está más relacionado con un pájaro que con un lagarto.
 - c. Un cocodrilo está igualmente relacionado con un lagarto y un pájaro.
 - d. Un cocodrilo está emparentado con un lagarto, pero no con un pájaro.



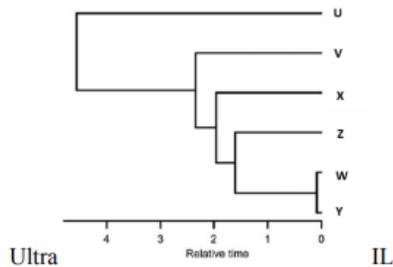
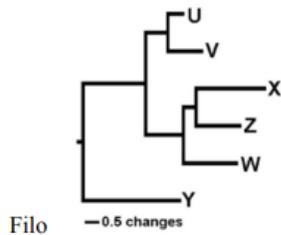
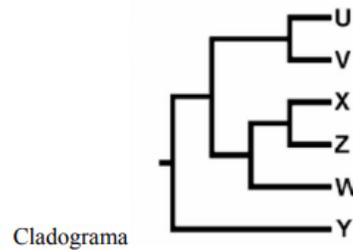
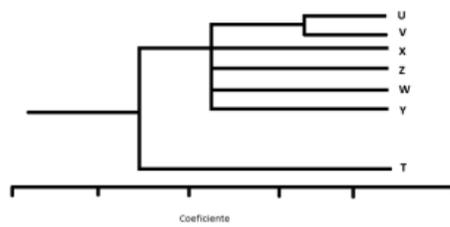
6. Usando la siguiente imagen, ¿cuál de las siguientes es una declaración precisa de las relaciones? Proporcione una explicación de por qué eligió su respuesta.
 - a. Una foca está más estrechamente relacionada con un caballo que con una ballena.
 - b. Una foca está más estrechamente relacionada con una ballena que con un caballo.
 - c. Una foca está igualmente relacionada con un caballo y una ballena.
 - d. Una foca está relacionada con una ballena, pero no está relacionada con un caballo.



- Imagine que estuvo en un viaje de campo al Amazonas y encontró una nueva planta. Su tarea es averiguar qué evidencia se necesita recopilar de esta nueva especie para identificar dónde agruparla correctamente con las plantas conocidas actualmente. Discuta los tipos de evidencia que intentaría explorar y su razonamiento de por qué ha seleccionado cada tipo de evidencia.
- Aunque los erizos de mar y los humanos parecen tener poco en común, los científicos encontraron recientemente nuevas pruebas que relacionan estrechamente a los erizos de mar (B) con los humanos (E) y otros vertebrados (D). Este hallazgo también sugiere que los erizos de mar no están tan estrechamente relacionados con los escarabajos (C) y las almejas (G). ¿Cuál de los siguientes árboles representa esta nueva evidencia?



- En las siguientes imágenes, indique el nombre para cada árbol filograma, cladograma, ultramétrico, fenograma, primera representación de Darwin, árbol de la vida.



10. Utilizando la información de la siguiente matriz, construya un cladograma que represente de manera correcta las relaciones.

	Lamprea	Antílope	Caimán	Águila calva	Róbalo
Mandíbula	0	1	1	1	1
Pelo	0	1	0	0	0
Pulmón	0	1	1	1	0
Molleja	0	0	1	1	0
Plumas	0	0	0	1	0

Anexo B

Categorías determinadas

- Nivel experto:** este nivel se caracteriza por presentar más de 10 de las habilidades determinadas.
- Nivel competente:** en este nivel se ubican las personas que posean entre 8 y 10 habilidades propuestas.
- Nivel intermedio:** para este nivel, los docentes en formación poseen entre 4 y 7 habilidades determinadas.
- Nivel insuficiente:** en esta categoría se ubican aquellos que poseen menos de 4 habilidades.

Habilidades determinadas

- Utiliza la representación (árbol filogenético) para explicar o entender un escenario filogenético.
- Es capaz de conectar los significados básicos de las relaciones ilustradas cuando comparan árboles filogenéticos.
- Comprende los elementos simbólicos del árbol; es decir, la función de los nodos, las ramas y las relaciones.
- Reconoce que la forma del árbol no necesariamente representa unas relaciones diferentes, sino que puede representar las mismas relaciones.
- Interpreta científicamente las relaciones ilustradas dentro de la topología del árbol, con base en la ancestralidad común.
- Identifica los patrones monofiléticos y las apomorfias implícitas que separan los taxones.
- Es capaz de utilizar y construir múltiples representaciones para resolver problemas filogenéticos.
- Es capaz de hacer predicciones, con base en información filogenética.
- Identifica y explica por qué o cómo una representación es más apropiada que otra.
- Es capaz de rechazar o aceptar hipótesis correctamente, influenciado por las representaciones.
- Interpreta los árboles filogenéticos en función de cómo ilustran la historia evolutiva.
- Interpreta patrones de las representaciones utilizando un enfoque que consiste en mapear la descendencia desde la ascendencia común para identificar al ancestro en común más reciente.
- Es capaz de identificar los principales linajes, indicando su clasificación y el significado de los principales cambios evolutivos.

Razonamientos utilizados en la resolución del cuestionario

Extraño: Este tipo de razonamiento se caracteriza en que el individuo usa fundamentos conceptuales inexactos, no son capaces de producir respuestas científicamente aceptadas, así mismo de describir similitudes entre relaciones y desarrollar árboles a partir de datos brindados.

Ecológico: El individuo representa ideas incorrectas de la influencia de los atributos geográficos en la relación de las especies. Hace referencia a atributos ecológicos como la ubicación geográfica, dificultad para incorporar información biogeográfica en problemas sistemáticos y simplificar el papel del medio ambiente en la especiación y la relación.

Morfológico: se caracteriza en la búsqueda de similitudes de apariencia física, eliminan la búsqueda de diferencias de las mismas e ignoran la evidencia genética, por lo que no tienen en cuenta aspectos como “evolución convergente”.

Rama influenciada: El tipo de representación influye en la representación, no identifica que los árboles filogenéticos pueden girar.

Nodo influenciado: se centra en el número de nodos entre taxones y árboles, identifica los nodos a partir de “una rama principal”.

Filogenético limitado: Usan razonamiento basado en conocimiento científico aceptado para explicar la respuesta, pero no llegan a la solución completa de la misma.

Filogenético: Interpretan y utilizan los árboles de la manera que lo haría un biólogo evolutivo.



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena

EL LIBRO DE TEXTO COMO RECURSO EN LA ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD: RELACIONES CON EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR

The Textbook as a Resource in Biodiversity Teaching: Relations with the Professional Knowledge of the Teacher

O livro didático como recurso no ensino da biodiversidade: relações com o conhecimento profissional do professor

Rosa Viviana Torres-Martínez* 

Fecha de recepción: 23 de febrero de 2024
Fecha de aprobación: 08 de mayo de 2024

Cómo citar

Torres-Martínez, R. V. (2024). El libro de texto como recurso en la enseñanza de la biodiversidad: relaciones con el conocimiento profesional del profesor, *Bio-grafía*, 17(33), 144-159. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-20162>

Resumen

El presente artículo es producto de un ejercicio investigativo realizado en el seminario: *La biodiversidad como problema epistemológico interdimensional. Un abordaje desde el conocimiento profesional del profesor de ciencias* cursado en el marco del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, cuyo objeto fue analizar el papel del libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad. Para lograr este propósito, se realizó un estudio de caso en el que se contó con la participación de una profesora de biología de educación básica, quien, por medio de entrevista semiestructurada, respondió a cuestionamientos relacionados con el papel que le atribuye al libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad a nivel metodológico, epistemológico, curricular y evaluativo. A partir de allí, se realizó el análisis de contenido de un texto escolar de ciencias naturales para grado séptimo que la docente emplea en su práctica cuando aborda el concepto en mención, con el fin de construir interpretaciones

* Estudiante de Doctorado en Educación, Universidad Pedagógica Nacional. Docente de la Secretaría de Educación de Bogotá y de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. rvtorresm@upn.edu.co

válidas respecto a las relaciones que se tejen entre el uso de los materiales escolares y las prácticas de enseñanza. A partir de la reflexión sobre las creencias, conocimientos y experiencias que la profesora, de forma explícita o implícita, evidenció respecto a la enseñanza del concepto de biodiversidad, se encontró que el libro de texto tiene unos componentes epistemológicos, axiológicos y curriculares que operan en el proceso de producción de sentidos particulares e interpretaciones respecto a la noción escolar de biodiversidad; a su vez, se evidenció que los manuales escolares cumplen diversas funciones en el aula de clases, en tanto se utilizan como herramienta de planeación, fuente de información o como recurso didáctico para organizar, abordar las temáticas y orientar los aprendizajes de los estudiantes sobre el contenido que se enseña.

Palabras clave: biodiversidad; conocimiento profesional del profesor; libro de texto, análisis de contenido

Abstract

This article is the result of a research exercise conducted in the seminar: Biodiversity as an Interdimensional Epistemological Issue. An approach from the professional knowledge of the science teacher taken within the framework of the Interinstitutional Doctorate in Education at the National Pedagogical University, which aimed to analyze the role of the textbook in biodiversity teaching. To achieve this purpose, a case study was carried out involving a basic education biology teacher who, through a semi-structured interview, responded to questions related to the role she attributes to the textbook in biodiversity teaching at the methodological, epistemological, curricular, and evaluative levels. From there, content analysis was conducted on a natural science textbook for the seventh grade that the teacher uses in her practice when addressing the concept in question, in order to construct valid interpretations regarding the relationships woven between the use of school materials and teaching practices. Reflecting on the beliefs, knowledge, and experiences that the teacher, explicitly or implicitly, showed regarding the teaching of biodiversity concept, it was found that the textbook has epistemological, axiological, and curricular components that operate in the process of producing particular meanings and interpretations regarding the school notion of biodiversity. Additionally, it was evident that school textbooks serve various functions in the classroom, as they are used as a planning tool, source of information, or as a didactic resource to organize, address topics, and guide students' learning about the content being taught.

Keywords: biodiversity; professional knowledge of the teacher; textbook; content analysis

Resumo

Este artigo é o resultado de um exercício de pesquisa realizado no seminário: A Biodiversidade como Problema Epistemológico Interdimensional. Uma abordagem a partir do conhecimento profissional do professor de ciências realizado no âmbito do Doutorado Interinstitucional em Educação da Universidade Pedagógica Nacional, cujo objetivo foi analisar o papel do livro didático no ensino da biodiversidade. Para alcançar esse propósito, foi realizado um estudo de caso com a participação de uma professora de biologia da educação básica, que, por meio de uma entrevista semiestruturada, respondeu a questionamentos relacionados ao papel que atribui ao livro didático no ensino da biodiversidade nos níveis metodológico, epistemológico, curricular e avaliativo. A partir daí, foi realizada a análise de conteúdo de um livro escolar de ciências naturais para o sétimo ano que a professora utiliza em sua prática ao abordar o conceito em questão, com o objetivo de construir interpretações válidas sobre as relações que se tecem entre o uso dos materiais escolares e as práticas de ensino. Refletindo sobre as crenças, conhecimentos e experiências que a professora, de forma explícita ou implícita, demonstrou em relação ao ensino do conceito de biodiversidade, constatou-se que o livro didático possui componentes epistemológicos, axiológicos e curriculares que operam no processo de produção de significados particulares e interpretações sobre a noção escolar de biodiversidade. Além disso, evidenciou-se que os manuais escolares desempenham diversas funções na sala de aula, pois são utilizados como ferramenta de planejamento, fonte de informação ou como recurso didático para organizar, abordar os temas e orientar a aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo ensinado.

Palavras-chave: biodiversidade; conhecimento profissional do professor; livro didático; análise de conteúdo



Introducción

En el marco de las ciencias como campo de conocimiento en el contexto educativo, el abordaje del concepto de biodiversidad y las dimensiones que la contienen se convierte en un aspecto relevante dentro de los propósitos de formación y organización curricular para la educación básica y media. En esta tarea, el profesor cumple un rol fundamental, pues es quien planea, orienta y toma decisiones respecto a qué, cómo y qué tipo de materiales va a emplear en el proceso de enseñanza. De ahí surge la necesidad de analizar las diferentes situaciones que se presentan durante la planificación y la enseñanza interactiva, además de explorar sobre el uso de herramientas que se emplean de forma frecuente en las aulas de clase, como es el caso del texto escolar.

En este sentido, el presente artículo recoge algunos hallazgos obtenidos a partir del análisis de los elementos que se encuentran en un libro de texto de ciencias que utiliza una profesora de biología de educación básica como instrumento de apoyo o como fuente de información. Así, se busca aportar a la comprensión de la noción escolar de biodiversidad y se pretende responder al interrogante: ¿cuál es la naturaleza de las relaciones que existen entre el libro de texto y las creencias del profesor respecto a la enseñanza de la biodiversidad?

Consideraciones conceptuales

En este apartado se plantean una serie de asuntos que sirven como referente conceptual para fundamentar la importancia del análisis del libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad. En primer lugar, se abordarán asuntos sobre las relaciones existentes entre el texto escolar y el conocimiento profesional del profesor; luego, se expondrán algunos elementos respecto a la multidimensionalidad del constructo biodiversidad en la enseñanza de la biología.

Implicaciones del libro de texto en el conocimiento del profesor

Para entender la manera en que el profesor de ciencias aborda la biodiversidad como un conocimiento escolar, es importante analizar las decisiones que toma en relación con el uso de recursos o materiales para su enseñanza. En este sentido, se realiza un proceso de comprensión que lleva a entender que el profesor, más allá de transmitir conocimientos científicos, es un profesional que construye un conocimiento propio, y cuya naturaleza epistémica se encuentra en la integración/transformación de saberes provenientes de diversas fuentes (Martínez, 2000; 2016). Al respecto, es válido

mencionar que existe un gran número de investigaciones que han indagado sobre la manera en que el docente produce el conocimiento que enseña, las cuales sirven de marco de referencia para tejer las interpretaciones que son objeto de este estudio.

Las investigaciones relacionadas con el conocimiento profesional del profesor (CPP) encuentran su punto de partida en propuestas como las de Jackson (1968), Shulman (2005), y Marcelo (1987), quienes en congresos y artículos académicos ponen en el centro de la discusión asuntos relacionados sobre qué y cómo piensa el profesor cuando se encuentra en el proceso de enseñanza. Estas ideas dieron lugar a una línea de estudio que buscó: “proporcionar una comprensión adecuada de la naturaleza, el tipo y las funciones que cumplen los pensamientos y creencias del profesor en la enseñanza pre e interactiva” (Perafán, 2005, p. 17).

Bajo esta premisa, y tomando como base algunos planteamientos de la psicología cognitiva, se genera una tendencia de investigación sobre el pensamiento del profesor que se centra en la descripción de los procesos mentales superiores y formales que ocurren en él y que influyen en las acciones que se ejecutan en los diferentes momentos de la enseñanza, los cuales, según Clark y Peterson (1990), son: el pensamiento durante la planeación, los pensamientos durante la enseñanza interactiva, las creencias y teorías del profesor. Así, este enfoque se centra en la descripción de la forma en que piensa el maestro en cada una de las etapas mencionadas, sin referirse a aspectos contextuales o al contenido mismo de su pensamiento.

En este sentido, se evidencia una limitante en las investigaciones desde la teoría cognitiva, pues no se pueden reducir las acciones y creencias del docente a un sistema operacional mediado exclusivamente por la cognición, sino que es necesario reconocer que las decisiones tomadas en el proceso de enseñanza se dan en relación con la intencionalidad, las creencias y la cultura que constituye al profesor. Estos aspectos se encuentran de forma explícita o implícita en los acontecimientos que se viven en el aula y, de manera particular, en los conceptos que se enseñan, los cuales se construyen desde la integración de los diferentes saberes que configuran la episteme del docente y se ponen de manifiesto a través del discurso.

En este marco de discusión surgen los enfoques alternativos, en los cuales se destacan autores cuyos planteamientos aportan de forma significativa a los estudios respecto al conocimiento del profesor y contribuyen en gran medida a la formación de maestros. Entre ellos se encuentran Porlán y Rivero (1998), Martínez (2000; 2016),

Ballenilla (1999), Valbuena (2007) y Parga y Mora (2014), debido a que sus aportes investigativos evidencian elementos propios de la teoría social y crítica de la enseñanza y el constructivismo, en la medida en que se interesan no solo en el contenido del pensamiento del profesor, sino en los procesos de construcción que este hace sobre los conceptos que enseña.

Entonces:

El estudio del pensamiento y las acciones del docente desde el punto de vista alternativo se abre a partir de la interrogación por el sentido y se desarrolla, a partir del abordaje de la autocomprensión que sobre su propia práctica tienen los docentes. (Perafán, 2005, p. 26)

Es así como en el campo de la investigación educativa se abre una posibilidad de entender que los conocimientos que se producen en la escuela son diferentes de aquellos que provienen de las comunidades científicas, y, a su vez, se reconoce al profesor como un sujeto productor de conocimiento, quien, mediado por la intencionalidad de la enseñanza, las teorías, creencias y estructuras culturales, guía sus acciones al momento de enseñar. En este sentido, es posible afirmar que el conocimiento del profesor es complejo, pues proviene de diferentes fuentes y está compuesto por una diversidad de saberes tanto prácticos como conceptuales. Respecto a los componentes del CPP, autores como Shulman (2005), Grosman (1990), Pozo (1996) y Azcarate (1995) han propuesto diversas categorías para explicitar la diversidad de saberes que lo configuran, como son el conocimiento de la materia o *subject matter*, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento curricular, el conocimiento de los propósitos de enseñanza y el conocimiento didáctico de contenido.

En línea con la perspectiva del conocimiento del profesor, se pueden vincular los estudios que buscan analizar el pensamiento y la práctica del profesorado respecto al uso de los textos escolares, tomando como eje la idea de que el docente toma decisiones para orientar la enseñanza a partir de la transformación/integración de diferentes saberes que operan en su pensamiento. En este sentido, la elección que hace de los materiales curriculares que utiliza para enseñar y la manera en que determina emplearlos está mediada por estos conocimientos. Estas consideraciones ponen en evidencia la importancia de analizar la valoración que los profesores le dan al libro de texto para el desarrollo de su práctica pedagógica y las implicaciones que su aplicación trae a nivel didáctico, lo que demuestra que “el texto escolar no es un producto aséptico ni mucho menos neutral, sino

que reproduce tácitamente intereses y valores determinados” (Travé *et al.*, 2013, p. 5).

En términos generales, un libro de texto se define como una publicación impresa o digital que proporciona información y conocimientos estructurados sobre un tema específico. Es diseñado por especialistas en las disciplinas que componen el currículo, quienes se encargan de idear y actualizar periódicamente los materiales, respondiendo a las características contextuales, sociales y a los planteamientos de las comunidades académicas, que orientan el discurso oficial respecto a qué se debe aprender en cada materia y nivel escolar; es decir, este recurso se prepara con el fin de proveer a los profesores y estudiantes de un enfoque sistemático y progresivo de los temas, y de presentar los conceptos a través de explicaciones detalladas, ejemplos prácticos, ejercicios y actividades, que son empleados por los maestros, bien sea como fuente de información o como apoyo didáctico en el proceso de aprendizaje.

Para Travé *et al.* (2013), los estudios sobre el libro de texto se desarrollan bajo una perspectiva que se enmarca en la investigación centrada en el currículo (Stenhouse, 1997), desde la cual se establecen diferentes líneas de análisis, cuyo objetivo es comprender las implicaciones del uso de materiales curriculares en el marco de la enseñanza. Es así como existen investigaciones que se enfocan en los aspectos ideológicos que implícita o explícitamente se encuentran en los libros de texto, otras que se centran en el análisis y la evaluación didáctica de los materiales curriculares, y algunas que analizan el pensamiento y la práctica del profesorado respecto al uso de los textos escolares.

En este sentido, es preciso mencionar que los estudios en el campo de la pedagogía y la didáctica han dado cuenta de que el libro de texto es una herramienta empleada de manera común en las aulas de clase por los profesores, quienes en muchos casos obtienen información sobre el contenido a enseñar, organizan los temas, extraen actividades o estructuran la evaluación a partir de los recursos que se encuentran como propuesta curricular en los materiales escolares de este tipo. Al respecto, Shulman (2005) plantea que:

cuando los profesores no pueden evitar la enseñanza de lo no familiar pueden contar mucho con el libro de texto para que les proporcione el conocimiento necesario (Ball & Feiman-Nemser, en prensa; Reynolds *et al.*, en prensa). Dada la falta de tiempo de los profesores, el libro de texto proporciona una fuente conveniente de hechos relevantes y de información. (p. 12)

Bajo esta perspectiva, y considerando que el libro de texto es el material hegemónico en las aulas (Martínez-Valcárcel *et al.*, 2009), se reconoce la importancia del estudio sobre sus implicaciones en las acciones de enseñanza del profesor. En muchos casos se ha planteado que dichos recursos “adquieren sentido como parte del proceso de transposición en tanto estos materiales adquieren gran centralidad para el aprendizaje en el aula por tener un rol directivo y configurador de la práctica docente” (Rodríguez citado en Bermúdez *et al.*, 2021, p. 172); es decir, se puede considerar que el texto escolar hace parte del proceso de transposición didáctica.

La biodiversidad como constructo interdimensional

Con el fin de analizar la manera en que el libro de texto interviene en las acciones de enseñanza del profesor, y reconociendo la importancia de la biodiversidad como problema de conocimiento que se aborda en el campo de las ciencias, es pertinente realizar un proceso de conceptualización que permita entender la mirada que orienta las comprensiones que se tejen en el presente estudio.

En primer lugar, es preciso establecer el origen del concepto biodiversidad, el cual empezó a construirse desde la década de los ochenta. Los registros indican que el biólogo estadounidense, Thomas Lovejoy, utilizó por primera vez la expresión diversidad biológica (DB) “como una medida de la riqueza de especies” (Bermúdez, 2022, p. 304). Posteriormente, se encuentra que Norse y McManus (1980) se refieren al término DB bajo dos perspectivas: la diversidad genética, entendida como “la cantidad de variabilidad genética entre individuos de una misma especie” (p. 31), y la ecológica, que se asume como “el número de especies en una comunidad de individuos” (p. 31). A partir de estos aportes se dio lugar a una serie de conferencias y eventos internacionales que trataron asuntos relacionados con la diversidad y sus problemáticas: en 1988, Wilson y Peter publicaron las memorias del Foro Nacional sobre BioDiversidad (1986), con el título *Biodiversity*. Desde entonces, el concepto biodiversidad (BD) ha ganado una amplia aceptación en la comunidad científica y en la sociedad en general, es la definición más empleada y la que se utiliza para describir la variedad de especies, genes y ecosistemas en un área determinada (Naciones Unidas, 1992).

Lo anterior, ha traído consigo un impacto no solo en el ámbito de las comunidades científicas, sino en el campo

educativo, desde el cual se han desarrollado estudios que indagan sobre las implicaciones que trae consigo la enseñanza de la biodiversidad en los contextos escolares. En este sentido, la línea de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor de biología ha planteado que la biodiversidad es un problema de conocimiento que no se puede asumir solo desde la perspectiva ecológica, sino que se debe reconocer como “un constructo complejo, derivado de un problema epistemológico, que se ha constituido en la intersección/integración de discursos, finalidades y prácticas (entre otros aspectos), provenientes de diferentes disciplinas, ciencias, áreas o campos de conocimiento” (Castro *et al.*, 2021, pp. 4-5).

Teniendo en cuenta este planteamiento, es posible afirmar que la biodiversidad es un constructo que se encuentra configurado por diferentes dimensiones, como la biológica, la económico-política, la filosófica, la sociocultural y la educativa (Castro *et al.*, 2021), las cuales se relacionan entre sí de manera sistémica, lo que permite reconocer su carácter interdimensional. A continuación, se encuentra una síntesis de las dimensiones mencionadas, que servirán como base para realizar la interpretación respecto a la forma en que los libros de texto asumen la biodiversidad y cómo esto se relaciona con las comprensiones que el profesor realiza en el marco de la enseñanza.

Dimensión biológica: Se refiere a la comprensión de la biodiversidad desde la riqueza de las especies, la cual se configura a partir de tres niveles: genético, específico y ecosistémico (Noss, 1990).

Dimensión económico-política: Desde esta mirada se analiza el impacto que generan las políticas internacionales respecto a la concepción de la biodiversidad como un recurso que aporta beneficios a la especie humana.

Dimensión filosófica: Se refiere a la concepción de la biodiversidad desde la ética ambiental, la ontología y la epistemología.

Dimensión sociocultural: Esta dimensión se relaciona con los conocimientos y las prácticas culturales y ancestrales que aportan a la construcción de concepciones sociales frente a lo que implica la biodiversidad.

Dimensión educativa: Se refiere a las implicaciones que tiene la enseñanza de la biodiversidad en el contexto educativo, desde esta dimensión se analiza la BD en términos de transversalidad y sus aportes a la formación humana.

Materiales y métodos

Para comprender la naturaleza de las relaciones que existen entre el libro de texto y las creencias del profesor respecto a la enseñanza de la biodiversidad, en el desarrollo del estudio se empleó una investigación cualitativa interpretativa, pues desde este paradigma es posible: “examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados” (Hernández *et al.*, 2014, p. 358). Desde esta mirada, se analizó el conocimiento que se moviliza en el profesor de ciencias al momento de seleccionar los materiales que emplea al enseñar, lo cual llevó a definir, interpretar y comprender los sentidos que le atribuye a su acción pedagógica.

Ahora bien, es importante mencionar que, en el contexto educativo, las experiencias y fenómenos que se generan son particulares; por tanto, en esta investigación se empleó el estudio de caso (Stake, 2020) para el desarrollo del diseño metodológico, en el que se tomaron como objeto de análisis el libro de texto y las creencias de una profesora de biología respecto al uso de este tipo de materiales didácticos en la enseñanza de la biodiversidad.

Estudio de caso: el libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad

Con el propósito de analizar el papel del libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad, se realizó un estudio de caso en el que se integraron dos elementos. Por un lado, se seleccionó e implementó una entrevista semiestructurada a una licenciada en biología, para identificar las concepciones y valoraciones que tiene sobre la biodiversidad y la función que le asigna al libro de texto para la enseñanza de la misma; y, por otra parte, se desarrolló el análisis del contenido biodiversidad en un texto escolar empleado por la docente, con el fin de establecer relaciones epistemológicas, psicológicas, axiológicas y curriculares, que permitieron construir interpretaciones respecto a los alcances de los materiales curriculares en la enseñanza.

Caracterización del caso

En este ejercicio de investigación se emplea el estudio de caso como una herramienta que permite hacer un análisis detallado de una situación particular, con el objetivo de comprenderla en profundidad y extraer lecciones o conclusiones relevantes (Stake, 2020). En este sentido, para la selección del docente se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: ser profesor(a)

formado(a) como licenciado(a) en biología o ciencias naturales, con mínimo 10 años de experiencia, que se encuentre en ejercicio de su profesión en un colegio público de la ciudad de Bogotá. En cuanto a la elección del libro de texto, se indagó con la profesora en mención para determinar cuál es el que más emplea para la enseñanza del concepto biodiversidad. De allí, se definió el material para analizar, el cual corresponde a un texto escolar denominado *Los Caminos del Saber- Ciencias 7*, de la editorial Santillana, que contiene seis unidades, de las cuales se escogió la unidad 4, que corresponde a la enseñanza de la dimensión biológica, en la que se encuentra el contenido relacionado con la biodiversidad (Rodríguez *et al.*, 2013, pp. 178-187).

A partir de allí, se tuvieron en cuenta los planteamientos de Stake (2020) respecto al uso de una nomenclatura específica para hacer referencia a los casos y a los temas particulares, así: un estudio de caso (ΘA) que cuenta con una profesora de biología (L) como objeto de investigación denominada $\Theta A-1$; por otra parte, $\Theta A-2$, que corresponde al libro de texto (LT) empleado por la docente para la enseñanza del concepto biodiversidad.

En cuanto a la definición de los temas que permitieron la solución del caso, se tuvieron en cuenta los indicadores de la guía AMADE² (Travé, Pozuelos, Cañal *et al.*, 2013), diseñados para el análisis de contenido de materiales curriculares, y se establecieron relaciones entre ellos para definir las categorías centrales que orientan el estudio de caso.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el estudio sobre el libro de texto en la enseñanza de la biodiversidad y su relación con el conocimiento del profesor, los instrumentos de recolección de información se conciben como herramientas que permiten el análisis e interpretación de las categorías planteadas, atendiendo a intencionalidades particulares. Desde esta perspectiva, se optó por emplear dos técnicas para recopilar la información necesaria: la entrevista semiestructurada y el análisis de contenido.

La entrevista semiestructurada: En el marco del estudio de caso, la entrevista se concibe como “el cauce principal para llegar a las realidades múltiples” (Stake, 2020, p. 63); es decir, este instrumento permite obtener las interpretaciones, descripciones y creencias de los

2 Guía de análisis de materiales y desarrollo de la enseñanza del medio natural y social.

sujetos que se relacionan con el objeto de estudio. En el presente ejercicio investigativo se empleó la entrevista semiestructurada para obtener información de la profesora respecto a las creencias, las prácticas de enseñanza, la valoración y la función que le atribuye al libro de texto cuando enseña el contenido biodiversidad. Para ello, se diseñaron dos baterías de preguntas que orientaron el proceso de indagación y, a su vez, durante la entrevista se dio flexibilidad para explorar temas emergentes y permitir que el entrevistado profundizara en sus respuestas. Luego, se realizó la transcripción y el análisis de los datos obtenidos según las categorías propuestas en la tematización.

El análisis de contenido: Esta técnica de investigación se empleó con el fin de obtener información precisa sobre el libro de texto (Fernández, 2002). El propósito

de la aplicación de este recurso consistió en examinar y categorizar el contenido de biodiversidad presente en un texto escolar para la enseñanza de las ciencias en grado séptimo; para ello, se utilizó como instrumento la guía AMADE (Travé, Pozuelos, Cañal *et al.*, 2013), que permite realizar un ejercicio de exploración sistemático y objetivo del contenido del material curricular, para identificar patrones, temas, tendencias o características relevantes en relación con los aspectos epistemológicos, axiológicos, psicológicos y curriculares que se encuentran de forma explícita o implícita en los libros de texto.

En la guía AMADE se establecen seis categorías para el análisis de los textos escolares (tabla 1), cada una de ellas contiene: propósito, preguntas orientadoras e indicadores de interpretación, los cuales se emplearon para realizar el análisis de contenido del libro de texto.

Cuadro 1. Sistema de categorías elaborado para el análisis de materiales de desarrollo curricular.

Categorías de la guía AMADE para el análisis de materiales curriculares	Propósito de la categoría	Preguntas Orientadoras
Categoría 1. Aspectos Epistemológicos del Material Curricular	Indaga acerca del conocimiento transmitido por el material y la relación establecida entre el conocimiento científico, cotidiano y escolar sobre la realidad social y natural.	¿Qué relación existe entre el conocimiento científico, cotidiano y escolar sobre la realidad social y natural?
Categoría 2. Aspectos Axiológicos	Examina la finalidad que atribuye a la enseñanza de conocimiento del medio, así como el sistema de valores que refleja explícita o tácitamente.	¿Para qué se realiza la enseñanza de Conocimiento del medio?
Categoría 3. Aspectos Psicológicos	Estudia el tipo de aprendizaje que favorece el material, además de la función asignada a los conocimientos previos del alumnado.	¿Qué tipo de aprendizaje favorece el material? ¿Qué función tienen los conocimientos previos del alumnado?
Categoría 4. Elementos Curriculares	Reseña la utilización de los elementos curriculares propuestos por el material: –competencias; –objetivos prioritarios; –concepción de los contenidos escolares, el tratamiento de los contenidos, la selección, secuenciación y organización y la relación que establece el material entre los contenidos escolares y el medio; –concepción, tipología y secuencia de actividades que propone el material; –metodología; –evaluación.	¿Cuáles son las características de los elementos curriculares que se privilegian en el material?
Categoría 5. Diseño De La Enseñanza	Establece el papel que se atribuye al profesorado en el diseño de materiales.	¿Qué papel tiene el profesorado en el diseño de materiales?
Categoría 6. Desarrollo Profesional	Analiza el tipo de desarrollo profesional que genera la utilización del material.	¿Qué tipo de desarrollo profesional genera la utilización del material?

Fuente: Travé *et al.*, 2013

Resultados y discusión

Una vez presentados los elementos teóricos y metodológicos, se realiza el proceso de triangulación de los datos obtenidos a partir del análisis de contenido del libro de texto (LT) y la interpretación de la entrevista de la profesora de biología (L). A continuación, se presentará la discusión que da cuenta de los principales hallazgos de los temas que componen el estudio de caso.

Aspectos epistemológicos

Para indagar sobre los aspectos epistemológicos presentes en el material curricular en relación con la BD, se parte del interrogante ¿Qué relación existe entre el conocimiento científico, cotidiano y escolar sobre el tema abordado? Al realizar un análisis de la manera en que se relacionan los conocimientos científicos, escolares y cotidianos en el libro, se evidencia que en la mayoría de los conceptos sobre la biodiversidad se entiende que el conocimiento escolar se limita a la reproducción de los saberes científicos provenientes del campo de la biología, como se evidencia en los siguientes ejemplos: “La destrucción de los hábitats y los cambios severos a los que están expuestos afectan dramáticamente a las especies que habitan en ellos, dejando como consecuencia la pérdida de la biodiversidad” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 179). “Las especies endémicas son aquellas que sólo existen en un lugar restringido del planeta, ya sea un país, una región o una formación geográfica particular” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 179).

Los anteriores enunciados ponen de manifiesto que en el libro de texto se asume que el conocimiento escolar es una copia del conocimiento científico. En cuanto al concepto de biodiversidad, este se aborda desde la dimensión biológica y se busca expresar de forma más sencilla la noción construida en la comunidad científica, situación que se puede comprender al indagar acerca de los autores del material, quienes en su mayoría son biólogos, físicos y químicos, razón que explica la mirada epistemológica que se privilegia en el texto.

Al indagar con la profesora (L) sobre lo que piensa de la biodiversidad y el tipo de conocimiento que se encuentra en el libro de texto respecto a dicha noción, se mantiene la mirada desde la dimensión biológica; sin embargo, se reconoce que el material tiene una visión limitada del concepto. Por consiguiente, emite un juicio valorativo sobre el contenido que se explicita, lo que pone en evidencia la construcción propia que ha realizado desde su experiencia y el conocimiento que posee sobre el contenido de la materia, como se indica a continuación:

Biodiversidad proviene del concepto “Diversidad Biológica”, el cual hace referencia a la variedad de vida que podemos encontrar en el planeta, entendiendo que esta variedad se puede manifestar o expresar en diferentes niveles: genes, comunidades, especies, ecosistemas etc., sumado a esto, se debe tener en cuenta que la biodiversidad también está determinada por las interacciones que se presentan en esta variedad. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

En mi opinión, es importante reevaluar la forma de abordar el tema de biodiversidad en los libros de texto, ya que se trabaja de forma implícita en el marco de la enseñanza de la ecología, pero no se aborda como un tema delimitado y concreto, esto le resta valor y relevancia. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Aspectos axiológicos

En relación con el aspecto axiológico que se encuentra vinculado con la pregunta ¿para qué se realiza la enseñanza del concepto de biodiversidad?, se evidencia que en el libro de texto tanto la información que se presenta como las actividades responden a dos criterios.

El primer criterio corresponde a la idea de que la enseñanza del concepto BD se realiza para desarrollar un pensamiento práctico, reflexivo y crítico que contribuya a mejorar la realidad social y natural. Esto se evidencia en algunas actividades que se plantean en el libro, cuyo propósito se centra en ubicar al estudiante en una situación concreta que se puede experimentar en la vida cotidiana. Desde allí, se busca que realice reflexiones y propuestas sobre acontecimientos que se relacionan con la biodiversidad y las acciones que puede desarrollar el ser humano con miras a cuidar la naturaleza y proteger la vida; en este caso, los animales que se encuentran en entornos como los zoológicos. Un ejemplo de ello está en el planteamiento de la siguiente actividad:

¿Alguna vez has visitado un zoológico? ¿Recuerdas en qué condiciones se encontraban los animales de allí? Diseña una encuesta que te permita recoger información acerca del estado de los zoológicos visitados por 10 personas que conozcas. Reúnete con tres compañeros de clase para compartir la información que obtuviste. Luego, escriban un artículo en el que comuniquen los resultados de su investigación e incluyan una propuesta sobre como deben ser manejados los animales para evitar su sufrimiento. Publíquenlo en el periódico de su colegio. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 185)

El segundo criterio que se identifica en el libro de texto relacionado con los objetivos de la enseñanza de la BD es el que plantea que el material aporta al alumnado conocimientos necesarios para superar los cursos escolares. En este sentido, en la mayoría de los textos se encuentran contenidos que buscan informar al estudiante sobre aspectos concretos relacionados con el concepto de biodiversidad. Por ejemplo, parte de la información contenida en el libro se centra en abordar información concreta en relación con la diversidad biológica. Se plantean ideas relacionadas con la desaparición de los hábitats, los ecosistemas afectados, las especies endémicas, las especies amenazadas, las ideas en torno a la conservación y sus implicaciones. Un ejemplo de la información que aparece en el texto es:

¿Qué se está haciendo para conservar los recursos naturales?

Los países del mundo han tomado distintas medidas para tratar de proteger la naturaleza. Algunas de ellas son la constitución de zoológico y jardines botánicos donde se mantienen algunos individuos con vida para protegerlos de la extinción y permitir que las personas los conozcan. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 182)

En este apartado se evidencia que el contenido se plantea a manera de información y la intencionalidad esencial del discurso es reforzar en el estudiante ideas oficiales respecto a la conservación, no pretende llevar a la reflexión ni al desarrollo de opiniones, se muestra como un precepto que es validado.

Así mismo, se plantean varias actividades que dan cuenta que uno de los propósitos de la enseñanza de la BD se centra en que el estudiante recite la información presentada en relación con la dimensión biológica y haga evidente los conceptos aprendidos, privilegiando datos y cifras en relación con las especies:

Escribe en cada recuadro E, si la descripción corresponde a una especie endémica o NE, si no lo es:

____ La rana dardo dorada es una especie muy venenosa de anfibio, que solo habita en las selvas del Choco Colombiano”. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 184)

Frente a esta categoría, se cuestiona a la profesora (L) sobre la pertinencia de enseñar el concepto BD en la educación básica, ante lo cual expone que es fundamental interrogar a los estudiantes para llevarlos a reflexionar sobre los impactos y amenazas que el ser humano genera en el marco de la conservación. Además, plantea la necesidad de contextualizar los aprendizajes y abordar

aspectos relacionados con la biodiversidad local y regional. En este sentido, se evidencia que, desde el conocimiento de la profesora, la intencionalidad que direcciona la enseñanza del concepto BD se centra en proponer conocimientos culturales y de respeto por el medio, como puede interpretarse en los siguientes apartados:

El desarrollo de un eje temático concentrado en la biodiversidad debe tener como horizonte la conservación de la naturaleza. Bajo esta idea, es importante abordar los fundamentos acerca de la biodiversidad y su relación con el ser humano desarrollando preguntas como las siguientes: ¿qué es la biodiversidad?, ¿cómo es la distribución de la biodiversidad en el planeta y de qué depende?, ¿qué características tiene la biodiversidad en Colombia?, ¿cómo es la biodiversidad en Colombia en diferentes zonas geográficas y qué características tiene cada una? Sumado a esto, es importante considerar espacios de reflexión que permitan comprender ¿por qué es importante la biodiversidad?, ¿qué impactos y amenazas tiene la biodiversidad y cuáles dependen de la acción del ser humano?, ¿cómo contribuir/aportar a la conservación de la biodiversidad. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Aspectos psicológicos

En cuanto al aspecto psicológico que se encuentra vinculado con las preguntas ¿Qué tipo de aprendizaje favorece el material y el profesor? y ¿qué función tienen los conocimientos previos del alumnado?, se realiza el análisis de estos elementos, tanto en el material didáctico como en las creencias de la profesora en relación con la enseñanza de la biodiversidad.

En lo referente a la interpretación de la información y de las actividades planteadas en el libro de texto, se identifica que se da respuesta a dos indicadores que se refieren a un tipo de aprendizaje escasamente relacionado con las ideas e intereses del alumnado y un aprendizaje memorístico de fechas, nombres, principios, teorías.

En este marco, los aprendizajes que se plantean no se relacionan de forma concreta con los intereses particulares de los estudiantes, sino que están descontextualizados frente a sus experiencias cotidianas. Esto se debe a que los libros de texto se diseñan para que se trabajen de forma general en cualquier contexto educativo, lo que hace que se desconozcan las características particulares de los entornos escolares. En este caso, se hace énfasis en un concepto de biodiversidad desde la perspectiva biológica, aquel que es validado por la comunidad científica, y no se reconocen las variaciones que este puede

tener teniendo en cuenta el género, las condiciones socioculturales, familiares, ambientales y las creencias que tiene el estudiante en relación con el concepto. Así aparece expresado en la siguiente definición:

La biodiversidad, en términos ecológicos, hace referencia a la relación entre la riqueza, que es el número de especies diferentes que hay en un lugar determinado, y la abundancia, que es el número de individuos en cada una de ellas en dicho lugar. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 179)

Por otra parte, se encuentra que la mayoría de los contenidos y actividades en relación con la biodiversidad se centran en que el estudiante desarrolle un aprendizaje memorístico de fechas, nombres, principios, teorías. Ejemplo de ello es que se presenta información con datos exactos respecto a las especies amenazadas y conceptos concretos sobre el tema, que se complementan con la propuesta de actividades cuya intención es que el estudiante dé cuenta de la teoría biológica en relación con la BD que se aborda en el texto y responda de manera correcta a los interrogantes. Por ejemplo: “El manatí del caribe, *trichechus manatus*, habita en el mar caribe, generalmente, en las zonas costeras. Es muy sensible a las bajas temperaturas, por debajo de 20°C, puede morir” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 181). “¿En cuántos grupos de organismos, Colombia ocupa el primer o segundo puesto en biodiversidad? (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 184).

Con relación a esta categoría, se cuestiona a la profesora (L) el tipo de aprendizajes que considera apropiados para abordar el tema en cuestión y el papel que le asigna a los saberes previos en la enseñanza, ante lo cual expone que se deben privilegiar aprendizajes que sean significativos y contextualizados para llevar al alumno a establecer relaciones entre su contexto y el contenido abordado. En esta medida, la indagación por los saberes previos ocupa un lugar destacado, al considerar iniciar la enseñanza del concepto desde las percepciones particulares que poseen los estudiantes. Así lo evidenció en la siguiente intervención:

Si la enseñanza del tema está orientada a un grupo de estudiantes de la ciudad de Bogotá, es importante ampliar los contenidos hacia el análisis de la biodiversidad en los espacios urbanos y la biodiversidad en la Sabana de Bogotá; desde esta perspectiva, el estudiante podrá relacionar lo aprendido con su propio contexto y en este sentido será un aprendizaje mucho más significativo. Por ello, es necesario indagar cuáles son los intereses de los estudiantes y conocer qué saben del tema, para desarrollarlo

desde ahí. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Elementos curriculares

Para realizar la interpretación de los elementos curriculares, tanto en el libro de texto como en las concepciones que orientan el ejercicio pedagógico de la profesora (L), se hace necesario reflexionar sobre cada uno de los aspectos que constituyen el currículo. Así, se presentan consideraciones relacionadas con las competencias básicas, los objetivos, los contenidos, la metodología, las actividades y la evaluación. A continuación, se desarrollan cada uno de estos criterios.

Competencias básicas. En los estándares curriculares para ciencias naturales se establece que las competencias a fortalecer en los estudiantes están relacionadas con el desarrollo de las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis; compartir los resultados; formular hipótesis y proponer las soluciones. Bajo esta perspectiva, con el análisis de este componente se busca responder al interrogante ¿qué competencias básicas desarrolla el material y la profesora mediante la enseñanza de la BD?

En primer lugar, se observa que en el libro de texto se llevan a cabo convenientemente algunas de estas competencias, haciendo énfasis en aquellas de tipo cognitivo y procedimental, pues la información y las actividades planteadas sobre biodiversidad llevan a los estudiantes a obtener conocimientos relacionados con el saber biológico, para que desarrollen la capacidad de explicar sucesos, analizar situaciones concretas y proponer soluciones sencillas respecto al tema. Esto se evidencia en los enunciados que aparecen a lo largo del material. Por ejemplo, al referirse a la pérdida de la biodiversidad y al proponer un ejercicio sobre este asunto, se expresa en los siguientes términos: “La destrucción de los hábitats y los cambios severos a los que están expuestos afectan dramáticamente a las especies que habitan en ellos, dejando como consecuencia la pérdida de la biodiversidad” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 179). ¿Crees que existe otra forma de conservar las especies amenazadas? Sí así lo crees, ¿Cuál? (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 185).

Con relación a este aspecto, la profesora (L) en su discurso permite evidenciar que en el marco de la enseñanza de la BD es posible fortalecer competencias actitudinales y propender por el desarrollo del pensamiento crítico. En esta línea, valora que el libro de texto aporta a nivel conceptual, pero es consciente de las limitaciones

que presenta para el abordaje de otras competencias en el marco del aprendizaje. De forma explícita refiere:

yo tengo digamos que un dilema o un encuentro hay con los libros de texto, porque, percibo que se concentran más en que el estudiante responda frente a términos, conceptos, y pues me parece que el tema de la biodiversidad podría ser un poquito más aterrizado a lo propositivo, no?, a qué piensa digamos desde la parte crítica del discurso de la biodiversidad; el chico que propuestas puede tener para el reconocimiento, la valoración, el cuidado, la conservación de la biodiversidad y yo veo que las actividades acá, son más memorísticas. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Objetivos. En consideración con el análisis de los propósitos de aprendizaje de la biodiversidad, se identificaron los objetivos que direccionan la propuesta del libro de texto y las prácticas de enseñanza de la profesora (L). En cuanto al material curricular, los objetivos se conciben como metas terminales de carácter conceptual que el alumnado debe superar, es así como de forma explícita se plantea como uno de los propósitos: “Identificar la acción antrópica en los ecosistemas y sus consecuencias” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 138).

Entre tanto, la profesora (L) concibe que el propósito de enseñanza de la BD es sensibilizar a los estudiantes, no se centra solamente en los aspectos conceptuales, sino que reconoce el valor cultural, social y humano que se le debe atribuir a la noción durante la enseñanza. Al respecto, expresa:

cuando uno enseña biodiversidad lo que quiere generar es una sensibilización de los estudiantes con referencia al reconocimiento de qué es la biodiversidad y por qué debemos conocerla y qué ventaja trae conocerla para valorarla y cómo a través de ese poder valorarla podemos más adelante generar acciones, a favor de la conservación de la biodiversidad. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Contenidos. En el libro de texto, el contenido de biodiversidad se aborda desde una concepción biológica en los niveles específico y ecosistémico. A partir de la manera en que se establecen las explicaciones y el tipo de actividades que se proponen para que sean desarrolladas por los estudiantes, se evidencia que se asume que el material ofrece la información necesaria respecto al tema, aparecen algunas opciones para ampliar el contenido con recursos multimedia, pero no se recomiendan otras fuentes ni bibliografía.

En este sentido, se puede afirmar que los contenidos se conciben como informaciones procedentes del libro de texto y otras fuentes bibliográficas y telemáticas que deben ser aprendidas por el alumnado; por ello, las actividades que se plantean para que el estudiante resuelva son de corte explicativo e informativo. Por ejemplo:

“Completa la información con los términos clave: En los _____ se tienen diversos animales en cautiverio para que las personas puedan conocerlos. También se desarrollan proyectos de reproducción para la recuperación de las especies amenazadas” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 184).

En cuanto a la organización del currículo, se analizan los temas y subtemas que se plantean en relación con el concepto biodiversidad. Al revisar los contenidos que se proponen en el texto escolar, es posible identificar que dicha noción se aborda desde el nivel ecosistémico y específico, no se toman elementos relacionados con el componente genético. Bajo esta perspectiva, es posible afirmar que la diversidad desde la dimensión biológica prevalece en la organización curricular del libro de texto. Tal vez porque responde a los lineamientos, estándares y demás documentos que constituyen el currículo oficial. Así, el contenido del currículo se estructura desde una perspectiva disciplinar y lineal, como se evidencia a continuación:

Consecuencias de las acciones antrópicas en la naturaleza.

- Desaparición de hábitats.
- Pérdida de la biodiversidad.
- Conservación.

Otro de los aspectos analizados tiene que ver con la relación que establece el material entre los contenidos escolares y el medio de los estudiantes. Al respecto, se evidencia que los temas se desarrollan desde un entorno ajeno al alumnado para proponer contenidos cercanos al contexto de la clase. En este sentido, en el libro de texto se aborda el contenido BD aludiendo a la cantidad de especies que habitan un ecosistema, mas no se tienen en cuenta otros elementos a nivel cultural o social que puedan tener relación directa con el entorno en el que habitan los estudiantes. Un ejemplo de ello es la siguiente definición:

La biodiversidad, en términos ecológicos, hace referencia a la relación entre la riqueza, que es el número de especies diferentes que hay en un lugar determinado y la abundancia, que es el número de individuos

en cada una de ellas en dicho lugar. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 179)

Frente al componente de los contenidos, la profesora (L) destaca que una de las funciones que le atribuye al libro de texto es la estructuración curricular a partir de lo que este plantea. Se recalca que el material se elabora de acuerdo con los lineamientos y estándares, por lo cual, al momento de organizar los temas a trabajar se centra en lo sugerido en el texto escolar.

En mi trabajo hago uso de libros de texto de editoriales comerciales como Santillana, Norma, Voluntad y SyM. También acudo a textos de mayor complejidad, de editoriales como McGraw Hill. ¿Por qué utilizo los libros de texto? Básicamente porque presentan la información de manera organizada y siguiendo la estructura de las mallas curriculares, de los lineamientos y de los estándares. En este orden de ideas, facilitan la organización de los contenidos y su desarrollo de forma secuencial y progresiva. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Metodología. En relación con la metodología que propone el libro de texto, se evidencia que privilegia aspectos de corte teórico y a manera de información, esto con el fin de brindar al estudiante conocimientos conceptuales respecto a la BD. Luego, se plantean actividades de aplicación en las que se busca reforzar la temática trabajada, dando prioridad a ejercicios que buscan comprobar la apropiación conceptual lograda por el educando. Por ejemplo, se propone completar enunciados, lectura de imágenes, análisis de tablas de datos que llevan al alumno a responder a partir del tema estudiado. Así, aparecen preguntas como: “¿Qué razones crees que explican la diferencia en el número de especies amenazadas en los diferentes grupos taxonómicos?” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 185).

Al indagar con la profesora (L) sobre la metodología más favorable para abordar la enseñanza de la BD, indica que, a partir de su experiencia, reconoce que este concepto se debe trabajar desde un enfoque práctico y generando vivencias significativas en los estudiantes. Por ello, considera que el libro de texto no aporta lo suficiente a lo que se requiere para enseñar la noción en mención y que se limita al planteamiento de teorías.

Yo de lo que más le sacaría al libro sería tal vez la información que presenta, la información referente al papel del hombre y su relación con la biodiversidad, las consecuencias de esa relación antrópica entre el hombre y la biodiversidad, y también, todo el tema de las especies colombianas, cierto, en términos de

biodiversidad, creo que a lo que recurriría más es a extraer información que me puede resultar valiosa para ilustrar el tema de la biodiversidad, las actividades no, yo creo que por mi cuenta, manejaría, manejo o un proyecto o a través del PRAE o a través de otro tipo de actividades transversales. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Actividades de enseñanza. El análisis sobre la concepción de actividad didáctica que sugiere el material curricular es fundamental en la medida en que permite reafirmar los objetivos y la metodología de aprendizaje propuesta en el libro de texto. Para este caso, el apartado que aborda la enseñanza de la noción BD contiene actividades de dos tipos; por un lado, aparece al finalizar la unidad una actividad que se entiende como una tarea más práctica que protagonizan los alumnos y que complementan la dinámica expositiva normal; por otro, la mayoría de actividades propuestas en el texto escolar en relación con la BD se conciben como pequeños ejercicios teóricos que se realizan al finalizar un proceso de exposición/explicación de contenidos.

En cuanto al tipo de actividades que propone el material, se encuentra que en su mayoría se formulan ejercicios teóricos de índole descriptivo y justificativo, que para su desarrollo requieren que el estudiante demuestre la comprensión teórica de los contenidos adquiridos. Para el desarrollo de las actividades, el estudiante puede remitirse a la información planteada en el material o a otras fuentes. En todo caso, se hace énfasis en la puesta en escena de conocimientos teóricos y el desarrollo de competencias a nivel cognitivo.

Por ejemplo, se plantea una actividad que consiste en el análisis de una información que se encuentra en una tabla que contiene datos específicos sobre las especies que se encuentran en amenaza de extinción. Posteriormente, se plantean una serie de preguntas descriptivas y justificativas, así: “Menciona tres ejemplos para explicar cómo el crecimiento de las ciudades afecta los ecosistemas naturales” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 184). “Elabora, en tu cuaderno, un diagrama de barras que represente los datos de la tabla”. (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 185). “¿Cuál es el grupo con el mayor número de especies amenazadas?” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 185).

Respecto a la concepción y el tipo de actividades que se proponen en el libro de texto, la profesora (L) realiza una crítica frente al enfoque teórico-explicativo que se privilegia en el material; en cambio, desde su construcción profesional, plantea que la biodiversidad se debe abordar desde la discusión, la reflexión y el análisis de las relaciones sociales y culturales entre el hombre y el

ambiente. No se limita a la visión antropocéntrica o de uso, sino que reconoce que esta noción involucra otras dimensiones que son importantes para desarrollarlas en el marco de la enseñanza. En este sentido, plantea:

Yo veo que las actividades acá, son más memorísticas, Son actividades en las que piden bueno observe las siguientes imágenes y diga cómo esta perturbado este ecosistema, hay otras que dicen haga un cuadro comparativo, o analice gráficas, entonces pienso que el tema de la biodiversidad debería ser un contenido que este más abierto a la discusión, al debate, a la percepción que tienen los estudiantes con referencia a la relación que hay entre el hombre y el ambiente, cómo podemos aportar nosotros al cuidado de ese ambiente, y no algo como tan cuadriculado y tan cerrado a responder bien o mal una pregunta. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Evaluación. En relación con el proceso de evaluación, el libro de texto privilegia la interpretación de elementos teóricos respecto a la BD. A partir del análisis de las actividades propuestas, se identifica que para evaluar el contenido se requiere la aplicación de estrategias que permitan dar cuenta de los aprendizajes teóricos adquiridos por los estudiantes.

Es decir, la evaluación se plantea desde un punto de vista individual, no se abre la posibilidad de intercambiar ideas respecto a lo aprendido, sino que se propone el desarrollo de talleres que contienen preguntas que se deben responder a través de la descripción del contenido trabajado. En este sentido, evaluar se entiende como el proceso de calificación del alumnado mediante la utilización de instrumentos variados (examen, trabajos, participación). Aunque de forma explícita en el libro de texto se manifiesta que la evaluación es de desempeños o competencias, esto no se encuentra en los enunciados planteados en la propuesta curricular.

Un ejemplo de ello se encuentra en la siguiente actividad final que se propone como recurso de evaluación: “Elabora y completa una tabla de datos sobre las especies en vía de extinción” (Rodríguez *et al.*, 2013, p. 187). Este tipo de actividad sirve para evaluar la adquisición de conocimientos a nivel conceptual. Con respecto a la BD, se privilegia la dimensión biológica y su componente específico, no se involucran otro tipo de relaciones que constituyen a la BD como constructo interdimensional.

En este sentido, la profesora (L) reconoce que el libro de texto no aporta los elementos suficientes para realizar una evaluación integral respecto al concepto de

biodiversidad y realiza una crítica sobre el carácter memorístico y sistemático de los ejercicios evaluativos que se proponen en el material. En cambio, plantea la necesidad de lograr una evaluación basada en el desarrollo del pensamiento crítico y generar actividades que permitan plantear propuestas en relación con la biodiversidad y la conservación. Al respecto, dice:

El libro no tienen como las suficientes herramientas para poder evaluar lo que a mí me gustaría evaluar de la biodiversidad... yo evaluaría, el pensamiento crítico, qué ideas tienen alrededor de la biodiversidad los chicos, qué propuestas pueden generar frente al cuidado de la biodiversidad y el libro definitivamente no lo maneja así, el libro lo maneja más desde, evaluar conceptos, evaluar contenidos pero no desde el pensamiento crítico, lo maneja más del tema memorístico, como si ellos entendieron por ejemplo, no sé, que es la eutrofización o en qué consiste el calentamiento global, y bueno, eso es supremamente importante porque de ahí podría partir el pensamiento crítico pero no se limita a eso. (L. Morales, comunicación personal, 12 de mayo de 2023)

Diseño de la Enseñanza. En cuanto al diseño de la enseñanza, el libro de texto en cuestión ofrece pocas posibilidades para que el maestro aporte a la construcción del material. Este recurso se presenta con una serie de instrucciones y recomendaciones para que sean tenidas en cuenta por el profesor, quien solo debe limitarse a la aplicación de los contenidos sugeridos en el texto. En este sentido, se entiende que el diseño del material está cerrado y dispuesto para su implementación; por lo tanto, en ningún apartado se hace mención del profesor ni del papel que cumple en el marco de la enseñanza, lo que lleva a entender que se concibe como un aplicador y reproductor del contenido respecto a la BD.

Desarrollo profesional

Al analizar los aportes que brinda el libro de texto para el desarrollo profesional del profesor se evidencia que no se generan situaciones o reflexiones que lleven al docente a cuestionar lo que se establece en el texto. En cambio, el material sirve para mantener las rutinas escolares, lo que genera un desarrollo profesional inapreciable o negativo. Desde esta perspectiva, se asume que el profesor es un aplicador de contenidos y no se da la posibilidad de generar otro tipo de saberes con relación a la BD; por ello, se puede afirmar que el libro de texto limita la capacidad creadora por parte del profesor y no le da la posibilidad de contextualizar los aprendizajes para los estudiantes.

A manera de conclusión

Los libros de texto son recursos que se emplean de manera frecuente en la enseñanza de la educación básica y media, de ahí que los estudios e investigaciones que se desarrollan en este campo son de suma importancia para la comprensión de la toma de decisiones de los profesores frente a la función que le asignan en el proceso de enseñanza de una noción. En el caso de esta investigación, se logró determinar que, para la docente de biología, este tipo de material adquiere sentido práctico en el proceso de transposición didáctica y se configura como un recurso que aporta a la estructuración curricular. La profesora toma en cuenta la forma en que se organiza el constructo biodiversidad en el libro de texto, por considerar que es coherente con los estándares y lineamientos definidos desde el Ministerio de Educación Nacional.

En el caso del contenido presente en el libro de texto analizado, se evidencia que el desarrollo del constructo biodiversidad privilegia la dimensión biológica. Se hace énfasis en aspectos relacionados con los niveles específico y ecosistémico, pero no se aborda la perspectiva genética, situación que lleva a que los aprendizajes sugeridos se encuentren descontextualizados y tengan un enfoque fundamentalmente disciplinar. En este sentido, la profesora reconoce las limitaciones presentes en el material, lo cual pone en evidencia su comprensión respecto a la biodiversidad y a lo que se requiere para su enseñanza. Esto demuestra que la naturaleza epistemológica del conocimiento profesional del profesor es diferente de los saberes disciplinares que se replican en los libros de estudio.

En la medida en que la profesora de ciencias hace una valoración del libro de texto en relación con el tipo de actividades y la metodología que plantea, reconoce que para la enseñanza de la biodiversidad se necesita algo más que abordar simplemente el concepto desde una perspectiva teórica y plantea que es fundamental involucrar a los estudiantes con actividades prácticas y contextualizadas, que les permitan relacionarse directamente con su entorno, necesidades y particularidades. Dentro de esta perspectiva, se evidencia una construcción propia respecto a la biodiversidad, en la cual existe un proceso de integración/transformación de diversos tipos de saberes, tanto teóricos como prácticos, los cuales se configuran al momento de la enseñanza, lo que da origen a un conocimiento diferenciado y particular, cuya naturaleza epistémica se encuentra en el marco de la formación de sujetos.

Frente a la naturaleza de las relaciones que existen entre el libro de texto y las creencias del profesor respecto a

la enseñanza de la biodiversidad, se pudo establecer que estas son de carácter teórico y práctico. En primer lugar, se presenta una relación de tipo teórico, pues la docente reconoce que el libro de texto contiene información que le puede servir como fuente de conocimiento o como una manera de llevar el contenido al aula de clases para hacer comprensible el concepto de biodiversidad. Además, desde el aspecto curricular se presenta como un material que responde a las competencias básicas, los objetivos, los contenidos y la metodología que se encuentra definida por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el currículo institucional. En segundo lugar, se evidencia una relación de tipo práctico, pues, desde la creencia del docente, se considera que los libros de texto facilitan la organización de contenidos y su desarrollo de manera secuencial y progresiva.

A partir de la reflexión sobre las creencias, conocimientos y experiencias que la profesora, de forma explícita o implícita, evidenció respecto a la enseñanza del concepto de biodiversidad, se encontró que el libro de texto tiene unos componentes epistemológicos, axiológicos y curriculares que operan en el proceso de producción de sentidos particulares e interpretaciones respecto a la noción escolar de biodiversidad. A su vez, se evidenció que los manuales escolares cumplen diversas funciones en el aula de clases, en tanto se utilizan como herramienta de planeación, fuente de información o como recurso didáctico para organizar y abordar las temáticas, y orientar los aprendizajes de los estudiantes sobre el contenido que se enseña.

Referencias

- Azcárate, P. (1995). *El conocimiento profesional de los profesores sobre las nociones de aleatoriedad y Probabilidad. Su estudio en el caso de la Educación Primaria*. [Tesis doctoral inédita]. Universidad de Cádiz.
- Ballenilla, F. (1999). *Enseñar investigando. ¿Cómo formar profesores desde la práctica?* Díada.
- Bermúdez, G. (2022). Una didáctica para la enseñanza de la biodiversidad: explicitar concepciones, recuperar la historia y realizar prácticas científicas de modelización. En E. Valbuena, J. Castro y R. Roa (eds), *Educación en Biodiversidad: Perspectivas y Retos* (pp. 291-324). Universidad Pedagógica Nacional.
- Bermúdez, G., Otogalli, M., Cisnero, K. y García, L. (2021). Educación en biodiversidad en clave latinoamericana. En E. Amorteguí y J. Mosquera (Comps.), *Didáctica de las ciencias naturales: perspectivas latinoamericanas* (pp. 44-68). Universidad Surcolombiana.

- Castro, J., Valbuena, E., Escobar, G., Roa, R. y López, L. (2021). Multidimensionalidad de la biodiversidad. Aportes a la formación inicial de profesores de biología en Colombia. *TED Tecné, Episteme, Didaxis*, (50), 1-18. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-11978>
- Clark, C. M. y Peterson, P. L. (1990). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. C. Wittrock, M. (Dir.), *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos* (pp. 444-453). Sweets and Zeitlinger.
- Fernández Reiris, A. (2002). *La función del libro de texto en el aula. Hegemonía y control del currículum* [Tesis doctoral inédita]. Universidad de Valencia. España.
- Grossman, P. (1990). *The Making of a Teacher. Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College, Columbia University.
- Hernández, S. R., Fernández, C. y Baptista, M.P. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-Hill.
- Jackson, P.W. (1968). *La vida en las aulas* (3ra ed.). Morata.
- Marcelo, G.C. (1987). *El pensamiento del profesor*. CEAC.
- Martínez, C. A. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio*. Universidad de Sevilla.
- Martínez, A. (2016). Una mirada a la complejidad del conocimiento de las profesoras y profesores en ciencias, desde la propuesta de ejes DOC: dinamizadores, obstáculo y cuestionamiento. En G. A. Perafán Echeverri, E. Badillo Jiménez y A. Adúriz-Bravo (Coords.), *Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didáctica* (pp. 185-208). Editorial Aula de Humanidades.
- Martínez Valcarcel, N., Valls, R. y Pineda, F. (2009). El uso del libro de texto de Historia de España en Bachillerato: Diez años de estudio, 1993-2003, y dos reformas (LGE-LOGSE). *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (23), 3-35.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre diversidad biológica*. <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention#:~:text=El%20Convenio%20sobre%20la%20Diversidad%20Biol%C3%B3gica%20cubre%20la%20diversidad%20biol%C3%B3gica,sobre%20Seguridad%20de%20la%20Biotecnolog%C3%ADa>.
- Norse, E. A. y McManus, R. E. (1980) Ecology and living resources biological diversity. En Council on Environmental Quality (Ed.), *The eleventh annual report of the Council on Environmental Quality* (pp. 31-38). Council on Environmental Quality. <http://www.slideshare.net/whitehouse/august-1980-the-eleventhannual-report-of-the-council-on-env>
- Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: ahierarchical approach. *Conservation Biology*, (4), 355-364.
- Parga, D. L. y Mora, W. M. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química*, 25(3), 332-342. 10.1016/S0187-893X(14)70549-X
- Perafán, G. A. (2005). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Ed. Díada.
- Pozo, J. I. (1996). *Teorías Cognitivas del aprendizaje*. Morata.
- Rodriguez, L., Gómez, A., Navarrete, G., Peña, L., González, D., Jaramillo, J. y Muñoz, C. (2013). *Proyecto Los Caminos del Saber, Ciencias 7*. Santillana.
- Stake, R. E. (2020). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Stenhouse, J. (1997). *Investigación y desarrollo del currículum* (4ta ed.). Morata.
- Shulman, L. (2005). El saber y entender de la profesión docente. *Estudios públicos*, 15, 195-224.
- Travé, G., Pozuelos, F. J. y Cañal, P. (2013). *Análisis de materiales curriculares y práctica docente. Cuadernos de pedagogía*, (432), 51-53.
- Travé, G., Pozuelos, F. J., Cañal, P. y De las Heras, M. Á. (2013). Experimentación de una guía de análisis de materiales y desarrollo de la enseñanza del medio natural y social. *Investigación en la escuela*, (81), 5-20. <https://doi.org/10.12795/IE.2013.i81.01>
- Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)* [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Docta Complutense. <https://docta.ucm.es/entities/publication/d6bb3928-a4e3-4899-8bb2-728c8f55c250>



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena Ussa

REFLEXIONES A PARTIR DE UN ENCUENTRO SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO CON NIÑOS Y ADOLESCENTES EN LA CAPITAL ECUATORIANA

Reflections from a Meeting on the Perception of Climate Change with Children and Teenagers in the Ecuadorian Capital

Reflexões a partir de um encontro sobre a percepção das mudanças climáticas com crianças e adolescentes na capital equatoriana

Fecha de recepción: 16 de mayo de 2023
Fecha de aprobación: 26 de abril de 2024

Isabel Estévez* 

Cómo citar:

Estévez, I. (2024). Reflexiones a partir de un encuentro sobre la percepción del cambio climático con niños y adolescentes en la capital ecuatoriana. *Bio-grafía*, 17(33), 160-168. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19148>

* Bióloga. Maestra en Investigación de Estudios Socioambientales. Investigadora independiente. isabel.estevez.n@gmail.com

Introducción

El cambio climático es concebido como un problema relevante del presente siglo, dada la multiplicidad de impactos que ejercerá en varios sectores a nivel mundial (Olmos Martínez *et al.*, 2013). Se prevé que dichos impactos serán mayores en las zonas urbanas, debido a la gran concentración de personas y las actividades transformadoras del medio natural, que afectan el ambiente atmosférico y al clima (Fernández García, 2007). Según el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), los impactos climáticos en las urbes aquejarán sobre todo a los sectores socioeconómicamente más marginados; es decir, barrios o comunidades levantados sobre asentamientos no planificados e informales, de las regiones costeras o montañosas, en donde la población mayoritaria conformada por mujeres y niños sería la más afectada, en razón de su mayor exposición y menor capacidad de adaptación (IPCC, 2022).

Lo anterior y los resultados de un encuentro para el estudio de percepciones acerca del cambio climático con un grupo de niños y adolescentes de los barrios del noroccidente de Quito, motivaron la realización de este trabajo. Tales barrios, al igual que muchos otros de Latinoamérica, siguen creciendo a un ritmo acelerado y sin la planificación adecuada, lo cual agudiza su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático (Delgado Ramos *et al.*, 2012; IPCC, 2022). El riesgo aumenta cuando esos factores confluyen con el peligro que supone la construcción sobre la topografía de las faldas del volcán Pichincha, la deforestación y las fuertes precipitaciones que en la cordillera occidental de los Andes en Quito ya han causado al menos 15 desastres –aluviones y deslaves– entre 1975 y 2022 (Gómez y Cuví, 2016; Noboa, 2022). Se trata de barrios quiteños que, además, presentan pobreza y un bajo nivel de instrucción (PNUMA y FLACSO Ecuador, 2011).

El encuentro con los niños y adolescentes se hizo para profundizar el estudio de representaciones, visiones y percepciones dentro de un programa de formación de posgrado. Así, siguiendo a Ingold (2000), para quien la percepción que los individuos mantenemos del mundo se basa en la experiencia práctica material concreta con el entorno, se buscó conocer si existe una percepción del cambio climático en relación con el contexto local; sin embargo, los resultados revelaron todo lo contrario. Esto es de interés pues, como se ha dicho, los barrios en las faldas de la cordillera occidental de Quito son susceptibles a la crisis climática, de ahí que la magnitud

de sus posibles impactos pudo haber puesto a reflexionar a más de uno, en los últimos aluviones de 2019 en Pinar Alto o los de 2022 y 2024 en La Gasca y La Comuna. Se exhorta entonces la necesidad de abordar la enseñanza del cambio climático desde una educación transdisciplinaria y situada en los distintos contextos territoriales, pero también asumiendo una posición activista y política decolonizadora que inculque el respeto a la naturaleza y fomente el valor de lo subjetivo desde el decrecimiento. Eso es fundamental para reivindicarse ante el sistema económico globalizado y el modelo civilizatorio, los cuales, por justas razones, son responsables de más de una injusticia socioambiental, incluyendo la actual crisis climática.

Metodología y desarrollo de la experiencia

La tarde del 19 de septiembre de 2019, se desarrolló un encuentro en un centro educativo de Quito, que recibe en su mayoría a estudiantes de los barrios del norte asentados en la cordillera occidental de la ciudad. Con el objetivo de conocer la percepción del cambio climático y la relación con el contexto de los barrios, se aplicó la técnica del dibujo, por ser apropiada para trabajar con niños y jóvenes (Tanner *et al.*, 2008). El método elegido permite, entre otras cosas, profundizar en determinados temas, sin el rechazo que generan las pruebas y las encuestas, en medio más bien del disfrute y la relajación (Arto Blanco, 2009; Barraza, 1999).

Se solicitó a los y las asistentes que graficaran en una hoja en blanco lo que perciben acerca del cambio climático y después se hicieron preguntas respecto a las causas, consecuencias y acciones de mitigación, con el fin de estimular narrativas complementarias y aclarar la percepción (Aguilar, 2019; Arto Blanco, 2009). Posteriormente, se procedió con una segunda ronda de dibujos para que representaran lo que ocurre en los barrios durante las épocas con más y menos lluvias; y una vez reunida toda la información, se hizo un análisis de contenido en el marco de la epistemología cualitativa y descriptiva (Aguilar, 2019). El taller duró dos horas y contó con la participación de 20 estudiantes de entre 11 y 17 años elegidos al azar, quienes estuvieron acompañados de una moderadora y sin la presencia de los docentes, para evitar que eso influenciara en su desenvolvimiento (Aguilar, 2019). El encuentro se realizó con el permiso correspondiente y se aplicó el Código de Ética de Investigación de FLACSO, sede Ecuador.

Resultados

Cambio climático: definición, causas y efectos

La percepción de varios participantes acerca del cambio climático es la de un modelo dicotómico (Arto Blanco, 2009), ya que contrastan episodios de sol y lluvia intensos (figura 1). Adicionalmente, la definición del cambio climático en algunos casos se confunde con la del calentamiento global, que, a pesar del vínculo, no es lo mismo. En cuanto a las causas, solo un dibujo se acercó a la relación entre el cambio climático y la producción de gases que atrapan calor, pero sin ser alusivo a los combustibles fósiles (figura 2). No obstante, la analogía entre la quema

de estos últimos con la acumulación de gases de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global fue expuesta en narrativas, al igual que el nexo entre el cambio climático con problemáticas ambientales, tales como la contaminación por basura y la quema de bosques. Otras razones expuestas por los participantes fueron: “Por la contaminación del CO₂ que sale de los carros”; “Cosas tóxicas... los humos de las fábricas, los buses, los carros que andan por toda la calle”; “Los humos de las empresas... la basura que botan a los ríos... el smog...”; “Por el calentamiento global...”. “[...] se contamina el planeta y se rompe la capa de ozono, así pasan más rayos solares y por ende hay más calor...”. El cambio climático se percibe, así, como un fenómeno producido por las actividades humanas, especialmente las relacionadas con la industria.



Figura 1. Percepción dicotómica del cambio climático.

Fuente: dibujo de un participante de 13 años.



Figura 2. Percepción de causas del cambio climático.

Fuente: dibujo de una participante de 12 años.

En otro aspecto, el cambio climático es visto como un suceso que tiene múltiples efectos. Esto se manifestó en una variedad de dibujos que aludían a representaciones de fenómenos meteorológicos, como las granizadas y las ráfagas de viento, u otros eventos relacionados con el aumento del nivel del mar, las crecidas de agua frente a

su escasez o las sequías y los incendios forestales (figura 3). Los cambios en la agricultura también fueron vistos como una consecuencia del cambio climático, como muestra este dibujo alusivo a un huerto, y del cual su autora dijo “[...] se dañan los sembríos, pero también puede ayudar a otros que son recién sembrados”.



Figura 3. Percepción de las consecuencias asociadas al cambio climático.

Fuente: en la fila superior, dibujos hechos por participantes de 13, 12 y 14 años; y en la fila inferior, dibujos de participantes de 11, 15 y 14 años.

La percepción de la afectación a los ecosistemas ejemplificando el derretimiento de los glaciares en los Polos, y su impacto sobre las especies que ahí habitan, también fue referida como otra consecuencia del cambio climático por la mayoría de los participantes (figura 4). Sobre eso dijeron que “los osos se están muriendo porque ya no tienen nieve” o que “el cambio climático es un calentamiento global, así que por eso se están evaporando los hielos del Polo Norte y del Polo Sur y los pingüinos están perdiendo su hábitat”. Otras narrativas relacionadas con la afectación a los seres vivos fueron: “Tienen calor, sus hábitats cambian y por eso ellos mueren porque ya

están adaptados a ese clima”; “[...] empieza la extinción prematura...”; “Cambia el ecosistema al que ellos están adaptados. Antes tenían una selva bien bonita y ahora es un lugar seco con mucho sol, poca agua, es un desierto feo ya”; “Ya no tienen que comer y se mueren”; “Por mucho cambio climático se comienza a secar las hojas”. El cambio climático se percibe, entonces, como un fenómeno al que muchas especies no se podrán adaptar, lo que desencadenará en su extinción, a consecuencia de la alteración en la producción natural de alimentos y la transformación de los ecosistemas, también ocasionados por el cambio climático.



Figura 4 Percepción de afectación del cambio climático en los ecosistemas.

Fuente: dibujos hechos por participantes de 12 y 13 años.

Un último efecto del cambio climático no fue referido en los dibujos, pero sí en narrativas, como “el descongelamiento puede traer algunas enfermedades” o “hay muchas enfermedades que están atrapadas”. Con ello, se muestra una percepción asociada con las repercusiones de los impactos climáticos en la salud, como respuesta a la liberación de virus o bacterias causantes de antiguas enfermedades por el aumento de la temperatura.

Una que se presentan cuando llueve en su barrio (figura 5). En la segunda ronda de dibujos, sin embargo, los participantes en general mostraron un claro conocimiento de su territorio, pues perciben la expansión acelerada de sus barrios y la ubicación topográfica de estos en las laderas. Igualmente, distinguen problemáticas como el inadecuado sistema de alcantarillado, que colapsa cuando las lluvias son más abundantes, y los efectos derivados, como el flujo de agua abundante en las calles (figura 5).

Cambio climático en los barrios del noroccidente de Quito

Solo el dibujo de una niña de 12 años asoció los eventos climáticos con los problemas de movilidad automovilís-

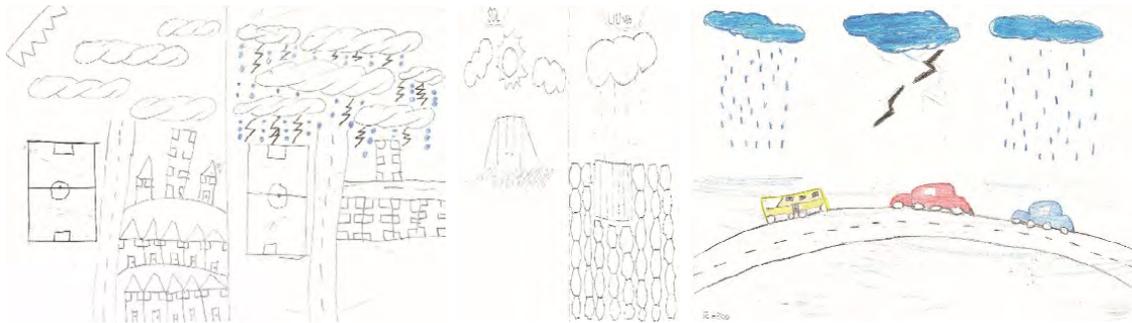


Figura 5. Percepción de los barrios de los participantes en las épocas de invierno y verano.

Fuente: Dibujos hechos por dos participantes que olvidaron registrar su edad, excepto el último, que pertenece a una participante de 12 años.

Discusión y reflexiones

El cambio climático es percibido por los asistentes al encuentro como un fenómeno real, del cual, independientemente de su situación socioeconómica, tienen un vasto conocimiento relacionado con el discurso científico y otros saberes académicos. Esto es similar a lo hallado por Arto Blanco (2009) en su investigación para conocer la narrativa y el discurso del cambio climático con estudiantes de educación primaria y secundaria en Galicia. De acuerdo con los niños y adolescentes, el conocimiento sobre este fenómeno lo han adquirido en su establecimiento educativo y los textos escolares; sin embargo, este es muy general y no necesariamente guarda relación con el contexto local o regional, según se aprecia en la percepción de afectación a los ecosistemas de latitudes lejanas, como los polos. Lo mismo ocurrió con un alto porcentaje de estudiantes en el estudio de Arto Blanco (2009) (figura 4). Ni siquiera el aluvión de Pinar Alto en las laderas occidentales de Quito –ocurrido seis meses antes del taller, durante una tarde de fuertes precipitaciones, y por supuestas causas atribuidas a la tala ilegal– fue expresado por los asistentes, aun cuando tenían conocimientos sobre este, según lo manifestado en una consulta casi al término del encuentro. Tampoco se plasmaron en los dibujos ideas sobre el deshielo de los nevados ecuatorianos, como el Cotopaxi, visible desde la ciudad de Quito, y cuyas causas se atribuyen al calentamiento global (Rhoades, 2008).

Se podría decir, entonces, que no existe una percepción de la vulnerabilidad ante el cambio climático asociada con el territorio de los participantes del encuentro, lo cual puede deberse a que la percepción, como la plantea Ingold (2000), es el resultado de la experiencia práctica material concreta de los individuos con el entorno y eso supone una respuesta inmediata frente a algo tangible. En otras palabras, es muy probable que mientras los habitantes de los barrios asentados en las laderas de Quito no experimenten los impactos de eventos directamente atribuidos al cambio climático, no van a contar con una percepción de este fenómeno en su contexto específico y, por lo tanto, no lo vincularán con la vida cotidiana (Leiserowitz citado en Oltra *et al.*, 2009; Carvalho y Steil, 2012). Lo anterior contrasta con otro encuentro sobre percepciones realizado por la autora con estudiantes de la zona cero del aluvión de La Gasca y La Comuna de 2022 en Quito, pero en el que ya se relacionó el desastre con el cambio climático. Esto muy probablemente se explica porque entre los distintos factores por los que se produjo el aluvión, que dejó numerosas pérdidas humanas y materiales, estuvieron las inusuales precipitaciones del mes cuando ocurrió (Noboa, 2022).

La falta de nexos en la percepción del cambio climático con el entorno de los niños y adolescentes también podría obedecer a la pasividad del sistema educativo. González y Meira (2020), quienes se respaldan en la paradoja de Giddens (2010), aluden a que la inacción obedece a la ausencia de impactos visibles e inmediatos, pero también advierten que podría ser demasiado tarde cuando se tome la decisión de actuar. Si bien el Ministerio de Educación del Ecuador incluye en los contenidos curriculares la temática del cambio climático –aspecto que resulta favorable, teniendo en cuenta que la educación es un eje crucial en el abordaje de la crisis climática, de acuerdo con el IPCC (2022), el Marco de Sendai (UNISDR, 2015) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (United Nations, 2021)–, es preciso cuestionarse si la transmisión del conocimiento científico de las ciencias naturales concerniente al cambio climático basta para enfrentarse a lo que se considera “el desafío más importante de la humanidad para el presente siglo” (González y Meira, 2020, p. 157). En ese sentido, reconociendo que el cambio climático es un fenómeno atmosférico, pero también social, se propone que su aproximación a la educación sea holística y entretreza conocimientos con acciones decolonizadoras (Walsh, 2013), para desde ahí apuntar al cambio de los paradigmas sujetos al adultocentrismo y al modelo económico basado en el crecimiento, en conjunto con las bases comunitarias y la estructura social de los barrios vulnerables a la crisis climática en Quito.

No se puede establecer un modelo único a seguir en la enseñanza del cambio climático en un determinado contexto; sin embargo, se debe tener en cuenta, como señala Calero (2017), que el conocimiento local y particular de un territorio es el principal mecanismo de respuesta de sus habitantes ante el cambio climático. Aunado está lo presupuesto por Welz y Krellenberg (2016), para quienes la vulnerabilidad a la crisis climática depende de cada contexto. Se sugiere, entonces, que la educación del cambio climático en los barrios occidentales de Quito se sitúe y se transversalice desde el entendimiento del contexto sociogeográfico, lo cual conlleva enseñar sobre el riesgo topográfico, la acelerada expansión urbana y la propensión a los aluviones. De este modo, se podría impulsar un activismo comunitario que, sin subestimarse, podría ser crucial para la gestión del riesgo urbano en esos barrios, donde aparentemente la problemática del cambio climático no se discute entre sus habitantes, según lo expresado por los participantes del encuentro. Experiencias en Australia y Sudáfrica resaltan la capacidad de agencia política y de coinvestigación de niños y jóvenes para enfrentar el cambio climático desde la salud y la educación (Chersich *et al.*, 2019; Cutter-Mackenzie y Rousell, 2019). Es posible, entonces, pensar en

la participación de la niñez y adolescencia en los comités barriales y en el diálogo con las autoridades, o en campañas de comunicación periódicas dirigidas a la comunidad, mismas que podrían potencializarse desde las redes sociales y otros medios de comunicación, que son a la vez las fuentes por las cuales los asistentes al encuentro se informan del cambio climático. También es necesaria la intervención de las instituciones de educación superior y otros centros de investigación en la formación de los docentes en disciplinas como la ecología urbana, la ecología política, la gestión de riesgos, la comunicación y la psicología. Así, se podría promover un activismo comunitario desde las aulas, que esté basado en el conocimiento transdisciplinario y el uso de estrategias de comunicación adecuadas que no generen temor, pero que concienticen a los estudiantes sobre la vulnerabilidad de sus barrios ante el cambio climático y las estrategias comunitarias que podrían adoptar para mitigar sus impactos.

Otro punto clave para la mitigación de la crisis climática es el decrecimiento (IPCC, 2022). Aunque para autores como Gudynas (2023), la adopción de esta corriente de pensamiento nacida en Europa agravaría los problemas socioeconómicos de los países latinoamericanos, es importante no seguir idealizando soluciones como el reciclaje que fue mencionado en el encuentro por los participantes. Como sostiene Iglesias Fernández (2007), reciclar no solo favorece la sostenibilidad del sistema capitalista, sino que también impide la decolonización del imaginario económico que contribuye a la crisis climática. En cuanto a la supresión del uso de combustibles fósiles, los niños también mencionaron el uso de la bicicleta entre las posibles soluciones para mitigar el cambio climático, a pesar de que no les sería permitido por los distintos riesgos sociales y viales que existen en sus contextos. Tampoco sería una opción para sus padres, cuyos sitios de trabajo distan notablemente de sus barrios. En ese sentido, a pesar de que la reducción del consumo de combustibles fósiles es esencial para combatir el cambio climático, se debe tener en cuenta la existencia de contextos en los que, al parecer, el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano no es del todo viable. Por otro lado, es preciso comprender que las ciudades insignias de la consolidación del capitalismo, según las señala (Marx, 1992), se construyen a costa de un metabolismo entrópico que, al producirse dentro un sistema con recursos limitados como la Tierra, le resta a las mismas ciudades y a los territorios que les abastecen la capacidad de resistir al cambio climático (Delgado Ramos *et al.*, 2012). De ahí que –debido a los impactos que genera la demanda de recursos de Quito en entornos como los páramos o las laderas del Pichincha (Gómez y Cuví, 2016), incluso en los ecosistemas tropicales de las

provincias aledañas– todo el Distrito Metropolitano, y no solo los barrios del occidente de Quito, requiere ser educado en el tema del metabolismo urbano. Los impactos asociados al cambio climático como consecuencia del metabolismo urbano bien podrían ejemplificarse a la ciudadanía a partir de casos particulares. Uno podría ser el riesgo que representa para la población de uno de los primates más amenazados del mundo y su hábitat en la Costa de Ecuador; la extracción de altos niveles de madera para satisfacer las demandas de construcción, mobiliario y decoración en Quito y otras ciudades del mundo.

A pesar de todo, y más allá de las desigualdades sociales en los niveles de demanda y consumo, la educación para combatir el modelo actual de crecimiento económico, así como sus impactos ambientales y climáticos, representa en la crisis actual una oportunidad para formar mejores seres humanos, reparar su relación con la naturaleza y desterrar el antropocentrismo en cualquier contexto socioeconómico. En la actualidad, existe una fuerte desconexión de los humanos con la naturaleza, lo cual se vio en el encuentro, mientras se consultaba sobre la ocurrencia de deslizamientos de tierra en los barrios de los asistentes. Ahí, se supo que la única niña que relacionó el cambio climático con los problemas de movilidad de su barrio (figura 5), vive cerca de una quebrada donde suele haber pequeños deslizamientos de tierra cuando llueve. Frente a eso, algunos participantes bromearon y un par aseguró, sin comprender la magnitud del riesgo local, que eso no podría ocurrir cerca de sus viviendas, por el hecho de que están construidas con cemento. Reconectar a las personas con la naturaleza es entonces menester en el contexto de la educación respecto al cambio climático, lo cual se puede alcanzar mediante la adopción de pedagogías biocéntricas relacionales (Ritchie, 2013), el reconocimiento de los valores afectivo-subjetivos en las prácticas curriculares (Andrade *et al.*, 2020), y el apoyo de disciplinas como la antropología, la agroecología y en general de las etnociencias. Existen posturas, como la de Escobar (2015), que son bastante optimistas en cuanto al decrecimiento y lo visualizan desde un contexto de transición al postdesarrollo, en el cual se reconocen las diferentes perspectivas del pluri-verso, como el Buen Vivir.

Para concluir, aunque los resultados del encuentro confirmaron que la percepción de Ingold (2000) está sujeta a la experiencia inmediata y tangible, estos también son un recordatorio de que la vulnerabilidad al cambio climático en la población de los barrios occidentales de Quito en zonas de riesgo está muy en función de las brechas sociales de desigualdad. Si bien la lucha contra el cambio climático y sus causas es comparable con la pelea entre

David y Goliat, se alienta a dejar de lado toda visión pesimista y adultocentrista, para en su lugar, trabajar con la niñez y adolescencia en los contextos de desigualdad social, y así evitar que se conviertan en espectadores o víctimas de los posibles impactos causados por el cambio climático, especialmente en esta época en que los aluviones, deslaves y otros eventos catastróficos como los incendios son cada vez más frecuentes en Ecuador. Esto, por supuesto, no implica desconocer la responsabilidad que tienen otros sectores sociales, cuyo impacto en la crisis climática es mayor y paradójicamente afecta a los estratos de menos recursos, que son los mismos que menos han contribuido al origen de esta crisis que afecta el contexto global.

Agradecimientos

Al centro educativo en Quito, que otorgó el permiso para la realización del encuentro.

Referencias

- Aguilar, M. (2019). Conocimiento local como base para el diseño de programas de educación para la conservación de los primates mexicanos. *Biografía, escritos sobre la biología y su enseñanza*, 12(22), 49-56. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.11.num22-9319>
- Andrade da Silva, C., Figueroa Figueiredo, T., Bozelli, R. L. y Freire, L. M. (2020). Marcos de teorías poscríticas para repensar la investigación en educación ambiental: la experiencia estética y la subjetividad en la formación de profesores y educadores ambientales. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL)*, 57(2), 1-17. <https://doi.org/10.7764/PEL.57.2.2020.1>
- Arto Blanco, M. (2009). El cambio climático narrado por alumnos de educación primaria y secundaria: propuesta de análisis para dibujos y textos. En M. J. Pubill y L. Cano Muñoz (Coords.), *Investigar para avanzar en Educación Ambiental* (pp. 11-30). MFC Artes Gráficas.
- Barraza, L. (1999). Children's drawings about the environment. *Environmental Education Research*, 5(1), 49-66. <https://doi.org/10.1080/1350462990050103>
- Calero, P. (2017). *Percepción del cambio climático, adaptación y estrategias de mitigación de habitantes en la vereda Chorrillos de la localidad de Suba en Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/items/5f3ee2bf-f5d0-4c05-961b-143077c7bfca>
- Carvalho, I. C. y Steil, C. A. (2012). Percepción y ambiente. Aportes para la epistemología ecológica. En B. Ortiz Espejel y C. Velasco Sarmiento (Eds.), *La percepción social del cambio climático* (pp. 3-20). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Chersich, M. F., Scorgie, F., Wright, C. Y, Mullick, S., Mathee, A., Hess, J., Richter, M. y Rees, H. (2019). Climate change and adolescents in South Africa: The role of youth activism and the health sector in safeguarding adolescents' health and education. *South African Medical Journal*, 109(9), 615-619. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2019.v109i9.14327>
- Cutter-Mackenzie, A. y Rousell, D. (2019). Education for what? Shaping the field of climate change education with children and young people as co-researchers. *Children's geographies*, 17(1), 90-104. <https://doi.org/10.1080/14733285.2018.1467556>
- Delgado Ramos, G. C., Campos Chávez, C. y Rentería Juárez, P. (2012). Cambio climático y el metabolismo urbano de las megaurbes latinoamericanas. *Hábitat Sustentable*, 2(1), 2-25.
- Escobar, A. (2015). Decrecimiento, post-desarrollo y transiciones: una conversación preliminar. *Interdisciplina*, 3(7), 217-244. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52392>
- Fernández García, F. (2007). Impactos del cambio climático en las áreas urbanas y rurales. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, (66-67), 171-182.
- Gómez, A. y Cuvi, N. (2016). Asentamientos formales y medio ambiente en Quito. *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (35), 101-119.
- González, E. J. y Meira, P. A. (2020). Educación para el cambio climático. ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, XLII(168), 157-174. <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2020.168.59464>
- Giddens, A. (2010). *La política del cambio climático*. Alianza Editorial.
- Gudynas, E. (4 de abril de 2023). *Una mirada latinoamericana para el debate del decrecimiento*. Rebelión. <https://rebellion.org/una-mirada-latinoamericana-para-el-debate-del-decrecimiento/>

- Iglesias Fernández, J. (2007). Serge Latouche o el reciclaje del sistema capitalista. *Revista Apuntes del CENES*, 27(44), 9-28.
- Ingold, T. (2000). *The perception of the environment, essays in livelihood, dwelling and skill*. Routledge.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Marx, K. (1992). *El Capital. Tomo I. Vol. 3*. Siglo Veintiuno Editores.
- Noboa, A. (10 de agosto de 2022). *Al menos cuatro factores explican la tragedia ocurrida en Quito*. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/cuatro-factores-explican-tragedia-ocurrida-quito/>
- Olmos Martínez, E., González Ávila, M. E. y Contreras Loera, M. R. (2013). Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México. *Polis*, 12(35), 1-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-65682013000200020>
- Oltra, C., Solà, R., Sala, R., Prades, A. y Gamero, N. (2009). Cambio climático: percepciones y discursos públicos. *Prismasocial*, (2), 1-23.
- PNUMA y FLACSO Ecuador. (2011). *Perspectivas del Ambiente y Cambio Climático en el Medio Urbano: ecco Distrito Metropolitano de Quito*. Fondo Ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Rhoades, R. (2008). Disappearance of the glacier on Mama Cotacachi: ethnoecological research and climate change in the Ecuadorian Andes. *Pirineos*, (163), 37-50.
- Ritchie, J. (2013). A pedagogy of biocentric relationality. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 48(1), 34-49.
- Tanner, T., Rodríguez, G. y Lazcano, J. (2008). Los niños y niñas, y la gestión de riesgos: Un rol clave en la prevención de desastres. *Medio Ambiente y Urbanización*, 69(1), 117-133.
- United Nations (UN). (2021). *The Sustainable Development Goals Report*. United Nations.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (unisdr). (2015). *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030*. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Walsh, C. (ed.). (2013). *Pedagogías decoloniales. Prácticas insurgentes de resistir, (re) existir y (re) vivir. Tomo I. Serie de pensamiento decolonial*. Abya-Yala.
- Welz, J. y Krellenberg, K. (2016). Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: posiciones teóricas versus evidencias empíricas. *EURE*, 42(125), 251-272. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000100011>



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena

FACTORES ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DE INDAGACIÓN QUE EMERGEN DESDE LA EXPERIENCIA DE UN SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR SOBRE PLANTAS MEDICINALES EN CÓRDOBA-COLOMBIA

Factors Associated with the Development of the Scientific Inquiry Competence Emerging from the Experience of a School Research Group on Medicinal Plants in Córdoba, Colombia

Fatores associados ao desenvolvimento da competência científica de investigação emergentes da experiência de um grupo de pesquisa escolar sobre plantas medicinais em Córdoba, Colômbia

Emilio José Arrieta-García* 

Fecha de recepción: 11 de noviembre de 2023
Fecha de aprobación: 08 de mayo de 2024

Cómo citar

Arrieta-García, E. J. (2024). Factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación que emergen desde la experiencia de un semillero de investigación escolar sobre plantas medicinales en Córdoba-Colombia, *Bio-grafía*, 17(33), 169-181. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-20283>

* Estudiante de Doctorado en Educación, Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología UMECIT-Panamá. emilioarrieta@umecit.edu.pa

Resumen

La enseñanza de las ciencias dispone de estrategias que buscan acercar a los estudiantes hacia la comprensión de problemáticas que suceden en su entorno. Dentro de estas se incluye al semillero de investigación en donde cobra relevancia la competencia científica de indagación. Así, se gestó un estudio orientado hacia la determinación de factores asociados al desarrollo de esta competencia desde las vivencias de estudiantes de básica y media que integraron un semillero de investigación escolar dada la necesidad por establecer un corpus teórico que permitiera comprender las formas de pensar y pensarse los estudiantes en un entorno de investigación científica desde la escuela. Se eligió una metodología sustentada en el paradigma estructuralista, enfoque cualitativo, método de teoría fundamentada, tipo de investigación explicativa, diseño de campo, transeccional contemporáneo y unieventual; en todo caso, las categorías emergieron de los datos inductivos recolectados; las técnicas empleadas fueron la entrevista y el grupo focal. Se concluye que los factores establecidos a partir de los datos inductivos recolectados asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación bajo las condiciones enunciadas, permitieron clasificarlos en generales (personales, sociales, metodológicos) y específicos, derivados éstos de las categorías que emergieron del análisis realizado.

Palabras clave: categorías; competencia científica de indagación; investigación escolar; semillero de investigación; plantas medicinales

Abstract

Science teaching employs strategies aimed at bringing students closer to understanding problems occurring in their environment. Among these is the school research group, where the scientific inquiry competence becomes significant. Thus, a study was conceived to determine the factors associated with the development of this competence from the experiences of elementary and middle school who joined a school research group, given the need to establish a theoretical framework that would allow understanding the ways students think and perceive themselves in a scientific research environment from school. A methodology based on the structuralist paradigm, qualitative approach, grounded theory method, explanatory research type, field design, contemporary transeccional, and unieventual was chosen. The categories emerged from the inductive data collected; the techniques used were the interviews and the focus groups. It is concluded that the factors established from the inductive data collected, associated with the development of the scientific inquiry competence under the stated conditions, allowed them to be classified into general (personal, social, methodological) and specific factors, derived from the categories that emerged from the analysis conducted.

Keywords: categories; scientific inquiry competence; school research; research group; medicinal plants

Resumo

O ensino de ciências emprega estratégias que buscam aproximar os alunos da compreensão de problemas que ocorrem em seu ambiente. Entre essas estratégias está o grupo de pesquisa escolar, onde a competência científica de investigação se torna significativa. Assim, foi concebido um estudo para determinar os fatores associados ao desenvolvimento dessa competência a partir das experiências de alunos do ensino fundamental e médio que integraram um grupo de pesquisa escolar, dada a necessidade de estabelecer um corpus teórico que nos permitisse compreender as formas de pensar e se perceber dos alunos em um ambiente de pesquisa científica na escola. Optou-se por uma metodologia baseada no paradigma estruturalista, abordagem qualitativa, método de teoria fundamentada, tipo de pesquisa explicativa, design de campo, transeccional contemporâneo e unieventual. As categorias emergiram dos dados indutivos coletados; as técnicas utilizadas foram entrevistas e grupos focais. Conclui-se que os fatores estabelecidos a partir dos dados indutivos coletados, associados ao desenvolvimento da competência científica de investigação nas condições enunciadas, permitiram classificá-los em gerais (pessoais, sociais, metodológicos) e específicos, derivados das categorias que emergiram da análise realizada.

Palavras-chave: categorias; competência científica de investigação; pesquisa escolar; grupo de pesquisa; plantas medicinais



Introducción

Enseñar ciencias en la actualidad es un reto dadas las múltiples circunstancias que operan en contra del arraigo intelectual que se esperaba de los estudiantes que transitan por los niveles de educación básica secundaria y media en Colombia. Pese a las ventajas que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación en la denominada sociedad del conocimiento a nivel educativo, no se logra concretar si efectivamente están generando el desarrollo del pensamiento deseable o si, por el contrario, mantienen sumergida en una hipnosis cognitiva a los actores del proceso formativo. Estos argumentos cobran pertinencia dada la necesidad de formar un ciudadano global que piensa desde lo local, comprometido consigo mismo y con la sociedad de la que hace parte.

En la presente narrativa, se presume, influye el deseo que se genera en los estudiantes por aproximarse al conocimiento científico de manera voluntaria, puesto que en la escuela se hace latente una realidad que muestra un desinterés marcado por aquello que represente educación. La situación descrita coincide con la situación de dos instituciones educativas, una de carácter oficial y otra de carácter privado, localizadas en el municipio de Planeta Rica (Córdoba-Colombia), donde se observa que los estudiantes no se comprometen con sus obligaciones académicas en el área de ciencias naturales. Por tal razón, urge valerse de estrategias pedagógicas y didácticas que logren darle un giro a dicha situación, acorde con los lineamientos curriculares definidos para el ejercicio de un proceso de enseñanza-aprendizaje eficiente y que articule al currículo con el contexto (Arrieta *et al.*, 2022; Ferreira-Bautista, 2019; Romero-Ariza, 2017; Romero-Ibáñez, 2019).

En consecuencia, a nivel país se ha promovido el uso de estrategias que logren despertar interés hacia la ciencia, partiendo de la idea enmarcada en el enfoque de formación basado en competencias, que busca desarrollar competencias científicas aplicables a la resolución de problemas y fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. En Colombia, se le da relevancia al tema de las competencias científicas a partir del año 1995, con las recomendaciones realizadas por la misión de ciencia, educación y desarrollo, que fueron incluidas en el informe *Colombia al filo de la oportunidad* (Gallardo, 2016). En este se plantearon sugerencias orientadas a enfrentar los retos del siglo XXI, con relación a los procesos de rediseño de planes de estudio institucionales, lo que posibilitó el mejoramiento en el diseño de métodos y estrategias didácticas utilizadas por el docente para

abordar y valorar los desempeños de competencias en la formación de los educandos. Posteriormente, gracias a la divulgación de los estándares básicos de competencias en 2005, se logró contar con un referente general para ahondar sobre el asunto de las competencias desde la escuela; sin embargo, no fue lo suficientemente claro en la definición y formas de abordarlas desde los niveles iniciales de la educación, por lo que las iniciativas que se fueron construyendo en el camino posibilitaron acercarse a las dinámicas inherentes a su desarrollo.

En ciencias naturales, la competencia científica de indagación aporta al desarrollo del pensamiento, pues permite al estudiante hacerse partícipe en la toma de decisiones dentro de un grupo social y cuyas acciones podrían favorecer la construcción del conocimiento (Arrieta *et al.*, 2022). Según el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2022), la competencia científica de indagación tiene alcances en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que le brinda al estudiante la capacidad de comprender las situaciones que ocurren en su contexto, donde se logra vincular al conocimiento con la realidad. Así las cosas, en la escuela se erigen estrategias que coadyuvan al desarrollo de la competencia científica de indagación, pero que aún no logran recibir el estatus merecido y, por ende, no han sido implementadas como se esperaba, debido, en parte, al protagonismo conferido al contenido por encima del desarrollo de dicha competencia.

Entre tales iniciativas se destaca el semillero de investigación como una apuesta atribuida al deseo de fomentar la investigación desde la educación superior en Colombia, el cual ha tenido impacto en los niveles de básica y media (Roncancio y Espinosa, 2010; Silva y Cervantes, 2019; Arango-Benítez *et al.*, 2021). Por consiguiente, en la actualidad se cuenta con estrategias que avalan su implementación, como es el caso de la Red Colombiana de Semilleros de Investigación RedColsi (Gallardo, 2016) y el proyecto Ondas, auspiciado por los Ministerios de Educación y de Ciencia.

En atención de lo anterior, en el año 2017 se conformó un semillero de investigación gracias a la participación de estudiantes de básica secundaria (noveno grado) y media de dos instituciones educativas, oficial y privada, de Planeta Rica (Córdoba-Colombia), bajo la línea de investigación fitoquímica. Este semillero lo dirige un docente del área de ciencias naturales, con experiencia en la línea descrita, quien desde la escuela adelanta procesos de indagación sobre la flora medicinal de la región norte de Colombia, en procura de promover en sus estudiantes el desarrollo de competencias científicas naturales.

Ahondando en los aspectos intrínsecos de las dos instituciones educativas referenciadas, pese a que pertenecen a sectores divergentes (público y privado), a las marcadas diferencias que se esperarían a nivel socioeconómico –que influyen en el nivel de desempeño (rendimiento académico) demostrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje– y acorde con los resultados de pruebas externas nacionales (Saber), guardan concordancia en cuanto al enfoque de formación basado en competencias y el modelo pedagógico constructivista-social que siguen. De ahí la facilidad de vincular al proceso de indagación científica a los estudiantes de grado noveno, décimo y undécimo bajo el escenario del semillero.

De esta forma, los estudiantes semilleristas realizaron estudios sobre las plantas medicinales de mayor uso entre la población para atender diversos problemas de salud, teniendo en cuenta el conocimiento tradicional heredado de una generación a otra por medio de la oralidad. Con el escenario descrito, se buscó atender situaciones de interés o problematizadoras relacionadas con la pertinencia del currículo de ciencias naturales, en contraste con los sucesos que ocurren en el contexto. Esto con el fin de establecer los factores que emergían desde las experiencias de cada estudiante en el semillero, los cuales podrían explicar sus modos de actuar y la relevancia de este como estrategia para fomentar la competencia científica de indagación, puesto que en la zona intervenida no se disponía de un referente conceptual y metodológico que avalara su implementación en la escuela.

Para determinar los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación desde la experiencia de un semillero de investigación escolar, y llegar a un estadio de comprensión de estos, se consideraron propósitos específicos que escudriñaron sobre los siguientes aspectos: ideas previas de los estudiantes con relación a la investigación, tipo de enseñanza de las ciencias característico de las dos instituciones educativas focalizadas y los factores en sí que fueron emergiendo dentro de la experiencia puntualizada.

En este orden, en la presente investigación se consideró interesante abordar la temática descrita, entendiendo que es una materia que aún se encuentra en construcción, si se estima que la intervención de la competencia científica de indagación y los semilleros de investigación se refieren a la edificación de actitudes y no solo a modos de observación o de búsqueda sistemática de fenómenos (Maury *et al.*, 2017; Cuéllar y Serrano, 2017; Vega-Ortiz, 2019). Se tuvo en cuenta, además, la promoción de formas de relacionarse con el contexto natural y social,

de la cual surgió la pregunta central de investigación, ¿cuáles son los factores emergentes, desde el trabajo realizado en un semillero de investigación escolar, que permiten explicar el desarrollo de la competencia científica de indagación en estudiantes de educación básica secundaria y media de instituciones educativas (pública y privada) de Planeta Rica (Córdoba-Colombia)?

Metodología

El estudio se realizó en dos instituciones educativas del municipio de Planeta Rica (Córdoba-Colombia), con estudiantes de básica secundaria (grado noveno) y media (grados décimo y undécimo). A nivel epistémico, se fundamentó en el estructuralismo considerado como modelo derivado del biologicismo, que, a su vez, se sustenta en el naturalismo (modelo epistémico originario) (Barrera-Morales, 2007). El estructuralismo permite atender el complejo entramado alrededor de la relación e interpretación de los datos que se recaban de una realidad estudiada –en este caso, los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación, establecidos a partir de la experiencia de estudiantes de básica secundaria y media en un semillero de investigación–. En definitiva, se buscó comprender dicha realidad, sustentándose en un enfoque cualitativo.

En el enfoque cualitativo se busca que quienes asumen el rol de sujetos de la investigación relaten desde sus voces los acontecimientos relacionados con la promoción de la competencia científica de indagación, a partir de sus experiencias en el semillero. De ahí, la pertinencia que representan los estudios cualitativos para la comprensión de los hechos que suceden en torno de la cotidianidad educativa. Al respecto, Guerrero-Bejarano (2016) menciona que:

[...] la Investigación Cualitativa tiene ilimitadas posibilidades para poder analizar los diferentes sucesos que se puedan presentar de acuerdo con cada caso o tipo de estudio. Nos permite investigar aspectos sociales del comportamiento humano que no se pueden valorar de forma sencilla e intentar comprenderlos. De la misma manera encontramos que sus procesos y metodologías son muy variados también, yo me atrevería a decir que, en los estudios cualitativos, jamás encontraremos uno exactamente igual a otro porque siempre podrá variar el proceso de acuerdo con las características del tema u objeto del mismo. (p. 9)

En línea con lo anterior, a partir del modelo epistémico estructuralista y el enfoque cualitativo se seleccionó el método de teoría fundamentada, acorde con los plan-

teamientos de Strauss y Corbin (2016), en el cual se posibilita la obtención de datos, la codificación (abierta, axial, selectiva) y la teorización. Cada una de estas fases se componen de procesos que permiten al investigador analizar los datos recabados sistemáticamente, para que la interpretación dé luces sobre el fenómeno objeto de estudio.

Por consiguiente, la investigación fue de tipo explicativa al aproximarse a una posible comprensión de las dinámicas alrededor del tema objeto de estudio. Según Hurtado-De Barrera (2012), en la investigación de tipo explicativa:

[...] el investigador trata de encontrar posibles relaciones, a veces causales, respondiendo a las preguntas *por qué* y *cómo* del evento estudiado. La investigación explicativa no se conforma con descripciones detalladas. Intenta descubrir leyes y principios y generar modelos explicativos y teorías. (p. 116)

De acuerdo con la autora, “el diseño de investigación se define con base en el procedimiento” (Hurtado-De Barrera, 2012, p. 155). Por tanto, en el estudio aquí presentado se estableció un diseño de campo, debido a que la información se recoge de fuentes vivas en su entorno natural. Según la perspectiva temporal, es transeccional contemporáneo, porque abarca un momento específico en el tiempo y en la actualidad; en cuanto a la amplitud y la organización de los datos, es unieventual, por centrarse en un único evento de estudio.

Los instrumentos empleados fueron la entrevista (semiestructurada-abierta) y el grupo focal, los que se basaron en guías con preguntas de interés dentro de la investigación, las cuales fueron validadas por medio de un juicio de expertos. Las entrevistas fueron aplicadas antes, durante y después de las sesiones brindadas en el semillero de investigación, y el grupo focal se realizó ad-ports de su culminación. De igual forma, según el método de teoría fundamentada propuesto por Strauss y Corbin (2016), se asume que la validez es notoria, gracias a que el proceso de análisis y muestreo que se realiza permite llegar a un punto de saturación teórica que garantiza el dato inductivo recolectado.

Los sujetos de la investigación fueron 20 estudiantes de secundaria básica y media de las instituciones referenciadas ubicadas en zona urbana de Planeta Rica (Córdoba-Colombia). Además, otros criterios de inclusión tenidos en cuenta para seleccionar a los estudiantes participantes en el semillero fueron: cualquier género, edades entre los 14 y 17 años, cursar grado noveno,

décimo o undécimo, y decisión personal de querer participar en la investigación. El procedimiento general del estudio se fundamentó en sesiones llevadas a cabo el sábado de cada semana (de febrero a octubre, sin incluir el periodo establecido de tres semanas de receso escolar); se contó con una guía pedagógica diseñada acorde con la estructura general de una clase (inicio, desarrollo y cierre), en procura de plantear actividades que fomentaran la competencia científica de indagación, en correspondencia con la línea de investigación seleccionada (fitoquímica). En momentos específicos de las sesiones, los estudiantes brindaron información por medio de los instrumentos aplicados.

Finalmente, los datos recolectados fueron analizados por medio del programa Atlas.ti 22, el cual permitió analizar una cantidad considerable de documentos, realizar de forma sistemática la codificación abierta, axial, selectiva y generar el constructo teórico. En todo caso, se tuvieron en cuenta criterios de confidencialidad de la información suministrada, y las respectivas firmas en el consentimiento y asentimiento informado.

Resultados

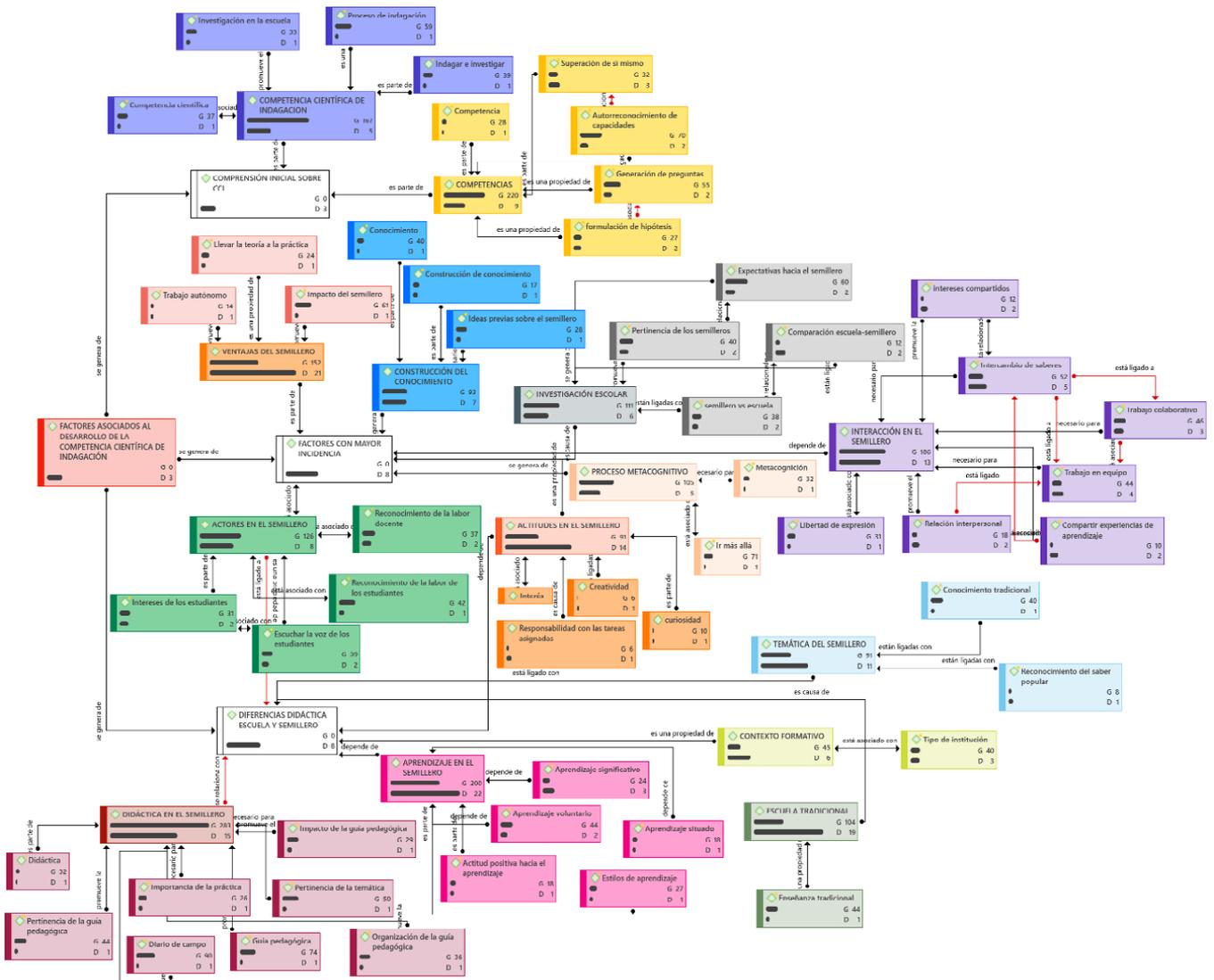
Se trabajó con un total de 62 documentos (40 entrevistas semiestructuradas, 20 entrevistas abiertas y 2 grupos focales). De ahí, se plantearon 1668 citas, 171 códigos, 18 memos y sus respectivas redes. Se realizó un proceso de triangulación que, según Strauss y Corbin (2016), guardó relación con el proceso de codificación selectiva, en el cual se relacionaron las subcategorías en redes semánticas que permitieron atender la pregunta de investigación, buscando ceñirse a una dinámica dialógica con los propósitos establecidos.

La reducción de los datos (codificación abierta) se ejecutó por medio del análisis línea a línea de los documentos disponibles, empleando Atlas.ti 22, lo cual permitió la extracción de significados conceptuales implícitos en las narrativas de los sujetos de investigación. Así mismo, se establecieron subcategorías que condujeron al establecimiento de categorías. Las categorías emergentes de los datos inductivos fueron sometidas a un nuevo proceso de refinamiento teórico en procura de integrar en un todo coherente y lógico los hallazgos que se presentaron a manera de conjunto de conceptos relacionados entre sí, cuyas afirmaciones harían parte del grueso explicativo del fenómeno estudiado (Strauss y Corbin, 2016). Por tanto, se constituyó la categoría modular de la investigación, que permitió explicitar la teorización emergente del proceso inductivo realizado (figura 1).

Lo descrito fue determinante para el establecimiento de la teoría sustantiva, y los hallazgos obtenidos permitieron realizar un acercamiento sobre los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación. También, posibilitaron un marco conceptual para comprender las dinámicas alrededor de dicha competencia, pero desde el espacio del semillero de investigación como un ejercicio complementario a la rutina del proceso de enseñanza y aprendizaje en el que están inmersos los estudiantes.

En esta investigación, el término “factor” se refiere a las motivaciones internas de los estudiantes investigadores que influyen en su comportamiento durante situaciones específicas de aprendizaje. Estos factores pueden variar en función del grado de intervención que se desee implementar. Para facilitar su análisis, se han clasificado en factores generales, que abarcan motivaciones comunes a todos los estudiantes, y factores específicos, que se refieren a motivaciones particulares de cada individuo.

Figura 1. Red semántica integradora final: factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación.



Fuente: Elaboración del autor por medio de Atlas.ti 22

Los factores generales asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación, establecidos a partir del trabajo realizado en un semillero de investigación escolar, se han organizado de acuerdo con la siguiente tipología: personales, sociales y metodológicos (figura 2). Estos factores no se presentan como islas sueltas, sino que se traslapan unos a otros en un entramado epistémico que da rigor al trabajo de investigación desde las ciencias naturales.

Figura 2. Organigrama general de los factores generales asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación.



Discusión

Los resultados derivados de la presente investigación permiten establecer los factores inherentes al desarrollo de la competencia científica de indagación, partiendo de las experiencias de los estudiantes que hacen parte del semillero de investigación. A su vez, el establecimiento de los factores permitió explicar la forma en que se interrelacionan, para caracterizarlos de acuerdo con el área específica de acción. Este hecho redundó en la voluntad manifiesta de los estudiantes por hacerse partícipes de este tipo de estrategias, y las dinámicas que los instan a aprovechar los espacios extracurriculares que brinda la escuela.

Las reflexiones que a continuación se plantean sirven como insumo teórico para el docente de ciencias naturales, u otras áreas, interesado en vincular a los estudiantes desde los primeros niveles educativos en experiencias que demanden explorar el entorno de la escuela. De esta manera, es factible liderar iniciativas que permitan reconfigurar la forma tradicional en que se desarrolla la enseñanza de las ciencias, y así canalizar las potencialidades de docentes y estudiantes hacia formas alternas de interrelacionar el estamento educativo con la realidad.

En correspondencia con lo anterior, fue posible conceptualizar lo que es un factor, de la siguiente manera: motivaciones intrínsecas y extrínsecas de los estudiantes, que influyen en el grado de apropiación y participación en entornos de aprendizaje afines a sus intereses y necesidades de formación. Además, luego de analizar los diversos factores que emergieron de los datos inductivos recolectados, se categorizaron, a partir de la competencia científica de indagación, en generales y específicos, tal como se indicó en el apartado de resultados (figura 2). A continuación, se presentan explicaciones acerca de cada factor.

Factores personales

Los factores personales derivan de la esencia del individuo que aprende, de su nivel cognitivo. Quiere decir esto que cada estudiante, dadas sus particularidades y preferencias, lo expresa de forma singular, a partir de lo que desee lograr. Extrapolando lo anterior con la participación voluntaria en el semillero de investigación, estos factores los condujeron a aventurarse por conocer asuntos que no estaban consignados en el plan de estudio, en los cuales encontraron un significado acorde con la importancia concedida a las plantas medicinales dentro de la zona intervenida, aspecto que puede sustentarse en palabras de Morin (2001), quien plantea que “el conocimiento es navegar en un océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certezas” (p. 90).

El proceso de enseñanza-aprendizaje que se lleva a cabo en la escuela es determinante para que los estudiantes cultiven interés hacia el conocimiento, pues la manera en que se involucran en acciones concretas los insta a auto reconocer sus potencialidades y fomentar la autoconfianza, que es decisivo para enfrentar los retos que depara la sociedad. De ahí, la trascendencia de establecer los factores personales y explicitar cómo se interrelacionan. De acuerdo con los hallazgos obtenidos de la investigación aquí presentada, los factores personales (figura 3) contienen otros específicos, a saber:

Interés

Considerado como factor esencial que impulsa al estudiante a querer hacer algo. En el caso concreto del semillero de investigación, es el primer paso para despertar la motivación necesaria para adentrarse por la senda investigativa a temprana edad. Los datos recolectados en la investigación permitieron corroborar la importancia que representa el rol del docente, asumido como figura que podría desencadenar dos situaciones: 1) participación activa del estudiante, gracias al ejemplo y estimulación

oportuna; y 2) apatía hacia toda forma de involucramiento con la investigación. Lo anterior encuentra apoyo teórico en el planteamiento de Romero-Ibáñez (2019), al exponer que “formar un ser humano enamorado de la vida y del conocimiento exige del educador una actitud agradable, armónica, que interese al estudiante hacia aquello que desea enseñar” (p. 238).

Curiosidad

Representa otro factor personal de importancia dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se emplea al semillero de investigación como estrategia pedagógica. De la mano con el interés, la curiosidad le permite al estudiante querer ir más allá de lo aparentemente evidente, mantener una actitud de sospecha y gusto por lo desconocido, por escudriñar lo que aún no ha sido develado. Este es un factor que dentro del semillero de investigación permitió a los estudiantes ahondar sobre el conocimiento tradicional alrededor del uso de las plantas medicinales y de los principios activos (metabolitos secundarios) que podrían estar involucrados en la capacidad curativa conferida. En palabras de Morin (2001):

La educación debe favorecer la aptitud natural de la mente para hacer y resolver preguntas esenciales y correlativamente estimular el empleo total de la inteligencia general. Este empleo máximo necesita el libre ejercicio de la facultad más extendida y más viva en la infancia y en la adolescencia: la curiosidad, la cual, muy a menudo, es extinguida por la instrucción, cuando se trata, por el contrario, de estimularla o, si está dormida, de despertarla. (p. 41)

Creatividad

Factor determinante para estimular el gusto por la investigación a temprana edad en la escuela. Su trascendencia dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje es de tal magnitud que las pedagogías activas que actualmente están en boga insisten en desarrollarla, como es el caso del semillero de investigación. De ahí que se haga referencia al pensamiento creativo como una oportunidad para escudriñar los asuntos que escapan de lo evidente y que requieren de creatividad en su tránsito hacia el descubrimiento de realidades. Este argumento queda respaldado en Romero-Ibáñez (2019), al mencionar que:

Desarrollar proceso de *pensamiento creativo* es asumir la creatividad como una actitud, una aptitud, una experiencia y un compromiso de estar permanentemente alerta en estado divergente. La creatividad permite percibir sensiblemente lo que los demás suelen

pasar por alto, asombrarse con aquello que aparentemente es considerado como cotidiano, comprender lo que otros memorizan mecánicamente, asumir la vida con sentido crítico, retomar el conocimiento con sentido divergente, sentir antes que tocar, descubrir preguntas y problemas donde los demás solo observan eventos, y resolver con intención y originalidad las diferentes situaciones que los múltiples contextos plantean. (p. 251)

Presaberes

Propender hacia la adquisición de un aprendizaje significativo es un discurso frecuente en la escuela; sin embargo, los estudiantes semilleros manifestaron que este aprendizaje no se logra debido a que aún predomina una enseñanza academicista, en la que la calificación obtenida es lo que determina la aprobación del año escolar. No obstante, los estudiantes percibieron otro escenario durante el trabajo en el semillero de investigación, pues se le dio relevancia a los saberes previos que cada estudiante tenía sobre temáticas relacionadas con las ciencias naturales y con aquella afín a la línea de investigación seleccionada.

De esta manera, se pudo construir conocimiento a partir de los saberes develados por las personas de la comunidad expertas en el tema, los cuales fueron contrastados con aquellos que emergían del proceso mismo de indagación científica. Lo anterior guarda correspondencia con lo enunciado por Moreira (2012), quien destaca la relevancia de los presaberes como anclaje del conocimiento que se genera en la estructura cognitiva del individuo que aprende.

Estilo para aprender

Este hace parte de los factores personales, debido a la importancia que representa tener en cuenta la forma en que cada estudiante se acerca al conocimiento. Por ende, para el desarrollo de las sesiones contempladas en el semillero de investigación se diseñó una guía pedagógica a partir de los resultados obtenidos del cuestionario, lo que permitió identificar los estilos de aprendizaje preferentes. En este sentido, las actividades propuestas buscaron la familiarización del estudiante semillero con el tema objeto de estudio, y que este sintiera comodidad al momento de abordarlas.

Para lograr que la guía pedagógica diseñada lograra su cometido formativo, el docente investigador hizo un despliegue de diversas estrategias en aras de fomentar en los estudiantes interés, curiosidad, creatividad y traer a colación los saberes previos. Con ello se logró

un encuentro horizontal docente-estudiante “que exige una mayor preparación del educador y exige mayor protagonismo del estudiante” (Romero-Ibáñez, 2019, p. 45).

Autorreconocimiento de capacidades (superación de sí mismo)

Romero-Ibáñez (2019), menciona que:

La autonomía es la capacidad que tiene el ser humano de autogobernarse, de tomar las riendas de su propia realidad, de sus compromisos, tareas y proyectos. Cuando se es autónomo, se toman decisiones conscientes, de forma responsable y libre de órdenes o malsanas influencias externas. (p. 66)

Lo señalado por el autor es precisamente un factor notable en los estudiantes semilleristas, porque a través de sus actuaciones en el semillero de investigación demostraron habilidades que les permitieron autoevaluarse y reflexionar sobre aquello que incidía positiva o negativamente en el trabajo llevado a cabo para desarrollar la competencia científica de indagación.

Una vez se familiarizaron con su metodología, los estudiantes no esperaban que el docente investigador les indicara el camino a seguir, puesto que el interés hacia la temática elegida los motivaba a querer ir más allá. Por esta razón, el aprendizaje logrado fue significativo en la medida en que fue pertinente dentro del contexto de la realidad estudiada.

Expectativas hacia lo nuevo, lo desconocido

Este factor determina la pertinencia de considerar situaciones de interés dentro de la comunidad y que pueden ser tenidas en cuenta en la escuela; es decir, acercar el currículo a la realidad. En el caso concreto de la presente investigación, el tema (el empleo de las plantas medicinales de mayor uso entre los habitantes de Planeta Rica) no solo generó interés en los estudiantes semilleristas, sino que los instó a escudriñar la riqueza guardada en el saber ancestral que es custodiado por los sabedores. Esta característica distintiva de querer ahondar sobre lo desconocido coincide con lo señalado por Morin (2001), quien dice que “el hombre, enfrentado a las incertidumbres por todos los lados, es arrastrado hacia una nueva aventura” (p. 88).

Figura 3. Factores específicos que hacen parte del factor general personal.



Factores sociales

Se han denominado factores sociales por hacer énfasis en elementos propios de las relaciones interpersonales, las cuales otorgan sentido de humanidad. De este modo, los factores sociales (figura 4) que emergieron de los datos inductivos recolectados fueron los siguientes:

Trabajo en equipo

Trabajar en equipo significa otredad, ponerse en el lugar del otro y salir juntos adelante. Esta noción no es del todo idealista, ya que en el semillero de investigación los estudiantes desarrollaron esta competencia en la medida en que ponían en práctica la competencia científica de indagación toda vez que exploraban los asuntos de interés. Si surgían confusiones, intervenían otros estudiantes con el propósito de analizar la situación y lograr entre todos una mejor aproximación y, por ende, una mayor comprensión. De esta manera, la interacción humana lograda en el semillero fue determinante para que los estudiantes establecieran diálogos constructivos en pro de una mejora continua. Al respecto, Morin (2001) especifica que “todo desarrollo verdaderamente humano significa desarrollo conjunto de las autonomías individuales, de las participaciones comunitarias y del sentido de pertenencia con la especie humana” p. 57).

Intercambio de saberes

Relacionado con el factor anterior, el intercambio de saberes se logra una vez se consolida dialogicidad entre los participantes, en este caso, los estudiantes semilleristas. Además, permite construir comunidades de aprendizaje en la medida en que el intercambio de saberes traspasa los límites de la escuela y se conjuga con aquel intrínseco en la comunidad, lo cual es uno de los aspectos más destacados del trabajo realizado en el semillero de investigación.

Figura 4. Factores específicos que hacen parte del factor general personal.



Factores metodológicos

Estos factores se relacionan con el tipo de estrategias que emplea el docente investigador dentro del semillero de investigación y la forma en que los estudiantes se desempeñan en este. Por consiguiente, los factores metodológicos (figura 5) contienen otros específicos derivados del trabajo realizado en aras del desarrollo de la competencia científica de indagación.

Material de estudio

Este factor específico incluye el uso de material empleado para el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación dentro del semillero de investigación; es decir, una guía pedagógica fundamentada en la propuesta de Romero-Ibáñez (2019), conocida como método metacognitivo didáctico, en el que todos aprendemos. La utilización de este insumo permitió diseñar las sesiones en el semillero y sus actividades, de acuerdo con el estilo de aprendizaje preferente por los estudiantes, la realidad estudiada y las condiciones del contexto.

Material de trabajo

Relacionado con el factor anterior, el material de trabajo se consideró pertinente en la medida que les permitió a los estudiantes plasmar sus voces y experiencias por medio de las palabras en un diario de campo. Así las cosas, en cada una de las sesiones llevadas a cabo en el semillero de investigación, los estudiantes narraron con sus palabras sus vivencias a manera de sistematización de la práctica investigativa.

Trinomio teoría-práctica-experiencia

Este factor hace referencia a las habilidades desarrolladas por los estudiantes semilleristas. Al abocarse sobre el desarrollo de la competencia científica de indagación, pudieron notar la marcada diferencia en cuanto a la enseñanza-aprendizaje recurrente en la escuela respecto a la experimentada en el semillero. Entre estas diferencias, se hizo notorio el hecho concerniente con la democratización del saber, es decir, el valor conferido a la palabra toda vez que se gestaban intervenciones, intercambio de saberes.

Figura 5. Factores específicos que hacen parte del factor general personal.



Los factores generales descritos, y sus correspondientes factores específicos, permiten corroborar la valía de implementar estrategias pedagógicas que fomenten el desarrollo de la competencia científica de indagación en la escuela. En este orden de ideas, en el semillero de investigación los estudiantes de educación básica y media tuvieron la oportunidad de experimentar formas novedosas de acercarse al conocimiento científico

a partir del saber tradicional inherente al empleo de plantas medicinales, asunto que coadyuva a ratificar la importancia de acercar el currículo con las situaciones cotidianas. Lo anterior destaca la relevancia de lo local como un recurso fundamental para formar a ciudadanos del siglo XXI, que estén preparados para enfrentar los desafíos de un mundo globalizado.

A su vez, el trabajo realizado al interior del semillero permitió establecer aspectos relacionados con intereses, dificultades e ideas previas de los estudiantes, quienes demostraron un notable interés en el tema alrededor de las plantas medicinales, expresado mediante la participación en las actividades de investigación, la formulación de preguntas pertinentes y la voluntad de profundizar en el conocimiento inherente al conocimiento tradicional. Sin embargo, se han identificado dificultades relacionadas con la falta de acceso a recursos adecuados, la comprensión limitada de conceptos científicos y las diferencias socioeconómicas que influyen en su involucramiento en el proceso de aprendizaje. Las ideas previas de los estudiantes, moldeadas por el entorno cultural y social, han emergido como un factor clave que influye en la comprensión inicial del tema. Estas evidencias, obtenidas a través de un riguroso proceso de recolección y análisis de datos, proporcionan una comprensión profunda de las necesidades y capacidades de los estudiantes, lo que permite diseñar estrategias pedagógicas más efectivas para promover el desarrollo de la competencia científica de indagación en el marco de un semillero de investigación escolar.

Conclusiones

Pretender abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de las particularidades de cada contexto educativo es permitirse trascender del hermetismo que ha caracterizado a la escuela tradicional. Esta antesala posibilita reflexionar acerca de la trascendencia que representa llevar a la práctica estrategias pedagógicas que faciliten una educación que vea al estudiante como un ser humano dotado de valores, virtudes, habilidades, miedos, temores. Este es el caso del semillero de investigación, una oportunidad que permite darle otra mirada a la educación.

La experiencia adquirida a lo largo de años de trabajo en un semillero de investigación motivó a ahondar sobre los pensamientos que rondaban las mentes de los estudiantes que se atrevieron a hacer parte en este. Tales pensamientos quedaron agrupados en el término factor, como una manera de descubrirlos y comprenderlos a la luz de la experiencia. Además, para continuar promoviendo los semilleros como estrategia innovadora,

se hizo pertinente escudriñar todo aquello que permitiera fortalecerlos y desechar aquellas prácticas que los sumían como una más de las tantas que se aplican en la escuela tradicional.

Por lo tanto, profundizar en los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de indagación, partiendo de la experiencia de estudiantes de secundaria básica y media de dos instituciones educativas, oficial y privada, localizadas en el municipio de Planeta Rica (Córdoba-Colombia), ayudó a consolidar un estado del arte propio, el cual, a su vez, evidenció la relevancia de este tipo de estrategia desde los niveles iniciales de la educación. Esto garantizaría a nivel universitario un mayor despliegue de la investigación desde sus diversos ámbitos.

Los factores que emergieron del dato inductivo recolectado fueron categorizados en generales y específicos. Los factores generales fueron todos aquellos que derivaron de la propia experiencia en el semillero y que les facultó de habilidades, destrezas y competencias para asumir el rol de investigador semilla. Por su parte, los factores específicos fueron interpretados como aquellos que emergen de los generales y que son afines con el propósito de cada uno.

Para el caso del factor general personal, este incluyó los siguientes específicos: interés, curiosidad, creatividad, presaberes, estilos para aprender, autorreconocimiento de capacidades (superación de sí mismo) y expectativas hacia lo nuevo, lo desconocido. Estos factores específicos son los que derivan de la esencia del estudiante que se interesa por aprender porque tiene el deseo de hacerlo, y no por presiones externas, contrario a lo que ocurre en la escuela tradicional.

Por su parte, los factores sociales incluyeron el trabajo en equipo e intercambio de saberes. Estos fueron establecidos teniendo en cuenta la característica del humano como ser eminentemente social, que habita en comunidad y que es capaz de interactuar con los otros. Los factores metodológicos estuvieron representados por el material de estudio, el material de trabajo y el trinomio teoría-práctica-experiencia, los cuales hacen alusión a las formas en que el docente investigador y estudiantes semilleristas deciden enfrentar el reto de indagar en un semillero de investigación.

Los factores mencionados (generales y específicos) derivaron de la experiencia que cada uno de los estudiantes construyó luego de su tránsito por el semillero de investigación, y que fueron determinantes para que desarrollaran la competencia científica de indagación. De esta manera, la aproximación al conocimiento y su

construcción se convirtió en una necesidad fundamental desde que surgió la idea de investigar un tema de interés dentro de la comunidad, en el que los estudiantes se sintieron protagonistas. En suma, los factores establecidos sirven como referente teórico para aquellos interesados en promover la investigación escolar mediante un semillero de investigación, en donde la competencia científica de indagación no se extralimita al trabajo autónomo, sino que está articulada con las demás competencias científicas naturales (uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos, trabajo en equipo, entre otras), pues su reconocimiento se da desde el propio contexto de desarrollo formativo de los estudiantes.

Referencias

- Arango-Benítez, P., Pérez-Miranda, R. y Franco Moreno, R. (2021). Semillero de investigación y desarrollo de competencias investigativas: un proyecto sobre la *Syzygium malaccense*-pomarrosa. *Bio-grafía*. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/15707>
- Barrera-Morales, M. (2007). *Modelos epistémicos en educación e investigación*. Ediciones Quirón.
- Cuéllar, J. C. y Serrano, A. G. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Revista Prolegómenos-Derechos y Valores*, XX(39), 9-10.
- Ferreira-Bautista, J. V. (2019). *Diseño, implementación y evaluación de un Modelo Pedagógico de Indagación Colaborativa de la Física* [Tesis Doctoral, Universitat de Lleida]. CORA TDX Universitat de Lleida. <https://www.tdx.cat/handle/10803/665365>
- Gallardo-Cerón, B. N. (2016). *Sentidos y perspectivas sobre semilleros de investigación colombianos, hacia la lectura de una experiencia latinoamericana* [Tesis Doctoral, Universidad de Manizales - CINDE]. Repositorio Institucional CINDE. <https://repository.cinde.org.co/handle/20.500.11907/476>
- Arrieta, E., Pérez, O., Madera, M. I., Mercado, J. D., Pérez, J. M. y González, P. A. (2022). Desarrollo de la competencia de indagación científica a partir de la exploración de plantas medicinales usadas en época de pandemia. *Revista Digital Educación y Territorios*, 1(2), 2-23.
- Guerrero-Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Hurtado-De Barrera, J. (2012). *El proyecto de investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación*. Quirón Ediciones y Sygal.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2022). *Guía de orientación Examen Saber 11° 2023-1*. ICFES.
- Maury, A. L., Cassetta, J. P. y Mora, J. L. (2017). Los semilleros de investigación como estrategia pedagógica transformadora en el desarrollo de habilidades y competencias investigativas. *Fedumar Pedagogía y Educación*, 4(1), 145-181.
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Roncancio, N. y Espinosa, H. (2010). Un breve acercamiento a la formación de los semilleros de investigación. Precisiones acerca de algunas diferencias entre la formación investigativa y la investigación formativa. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 2(1), 152-157.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 286-299.
- Romero-Ibáñez, P. (2019). *Cómo liberarse de una educación equivocada. Transformando la educación tradicional*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Silva, R. S. y Cervantes, A. N. (2019). Recorrido de los semilleros en Colombia. *GRAINE. Boletín de Investigaciones*, 1(1), 3-5. <https://doi.org/10.52408/gbdivol1iss1pp3-5>
- Strauss, A. y Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Vega-Ortiz, C. (2019). Mi experiencia formativa a través del semillero de investigación rizoma. *Bio-grafía*, 727-735.

Declaraciones de conflicto de intereses

El autor manifiesta no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

- A los estudiantes miembros del Semillero de Investigación Fitoquímica Candelarista, SIFCAN.
- Al Grupo de Investigación en Productos Naturales de la Universidad de Sucre, GIPNUS.
- A la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, IMECIT-Panamá.



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena

ABORDAJES BIOCÉNTRICOS Y COSMOCÉNTRICOS DESDE LA ALTERIDAD Y LOS DERECHOS DE LA NATURALEZA

Biocentric and Cosmocentric Approaches from Alterity and the Rights of Nature

Abordagens biocêntricas e cosmocêntricas a partir da alteridade e dos direitos da natureza

Germán Alberto Chaves-Mejía* 

Fecha de recepción: 30 de abril de 2023
Fecha de aceptación: 24 de junio de 2024

Cómo citar

Chaves-Mejía, G. A. (2024). Abordajes biocéntricos y cosmocéntricos desde la alteridad y los derechos de la naturaleza, *Bio-grafía*, 17(33), 182-190. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-19104>

Resumen

El ser humano ha ocupado una posición dominante en el árbol de la vida, lo que ha generado relaciones de dominancia y uso de la naturaleza como una mercancía. Esta mentalidad ha llevado al mal aprovechamiento de la naturaleza, con consecuencias graves para la estabilidad de la vida en el planeta. Sin embargo, existe una progresiva conciencia para cambiar esta posición dominante y establecer nuevas formas de relación entre los humanos y el medio ambiente. Estas nuevas posibilidades de relación parten del reconocimiento de la alteridad y los derechos de la naturaleza. En este sentido, se han discutido posturas que abordan la relación ser humano-naturaleza a partir de enfoques biocéntricos o cosmocéntricos, que reconocen la madre tierra como cuidadora y proveedora de la vida. Estas posturas proponen una visión más holística y profunda de la biósfera, en la que el ser humano no es el centro, sino un componente más dentro de un ecosistema complejo y diverso. Desde esta perspectiva, este artículo tiene como objetivo principal presentar la inclusión inicial en el plan de ciencias naturales del Colegio Técnico Palermo (CTP) del enfoque “alteridad y derechos de la naturaleza desde enfoques biocéntricos y cosmocéntricos”. El artículo se estructura en cuatro partes: primero, se presentan en la introducción las generalidades del enfoque; segundo, se desarrollan los referentes teóricos; tercero, se presentan las actividades que se están desplegando en el CTP desde el paradigma cualitativo-interpretativo, utilizando como estrategia la investigación acción participativa, en la que se muestran los resultados parciales del ejercicio de cocreación y coevaluación con los

* Doctor en Educación. Docente, Secretaría de Educación Distrital, Bogotá. gchavezm@unicartagena.edu.co

estudiantes, que da cuenta de los principales aprendizajes, debilidades, fortalezas y sugerencias de la implementación en el plan de estudios de ciencias del enfoque. En la última parte se presentan algunas consideraciones finales.

Palabras clave: abordajes biocéntricos y cosmocéntricos; alteridad; derechos de la naturaleza; educación en ciencias

Abstract

Human beings have occupied a dominant position in the tree of life, leading to relationships of dominance and use of nature as a commodity. This mindset has led to the misuse of nature and severe impacts, with serious consequences for the stability of life on the planet. However, there is a growing awareness to change this dominant position and establish new forms of relationship between humans and the environment. These new relationship possibilities are based on the recognition of otherness and the rights of nature. In this sense, positions that address the human-nature relationship have been discussed from biocentric or cosmocentric approaches, recognizing Mother Earth as the caretaker and provider of life. These positions propose a more holistic and profound vision of the biosphere, where humans are not the center, but rather one more component within a complex and diverse ecosystem. From this perspective, the main objective of this article is to present the initial inclusion in the natural curriculum of the Palermo Technical School of the approach “alterity and rights of nature from biocentric and cosmocentric approaches”. The article is composed of four parts: first, the generalities of the approach are presented in the introduction; second, the theoretical references are developed; third, the activities that are being deployed in the school are presented from the qualitative-interpretive paradigm using Participatory Action Research as a strategy, showing the partial results of the co-creation and co-evaluation exercise with the students, highlighting the main learnings, weaknesses, strengths, and suggestions for implementation in the science curriculum of the approach. The last part presents some final considerations.

Keywords: biocentric and cosmocentric approaches; otherness; rights of nature; science education

Resumo

O ser humano ocupou uma posição dominante na árvore da vida, o que levou a relações de dominância e ao uso da natureza como mercadoria. Essa mentalidade levou ao mau uso da natureza e a impactos severos, com consequências graves para a estabilidade da vida no planeta. No entanto, existe uma consciência crescente para mudar essa posição dominante e estabelecer novas formas de relacionamento entre os humanos e o meio ambiente. Essas novas possibilidades de relacionamento decorrem do reconhecimento da alteridade e dos direitos da natureza. Nesse sentido, têm sido discutidas posturas que abordam a relação ser humano-natureza a partir de enfoques biocêntricos ou cosmocêntricos, reconhecendo a Mãe Terra como cuidadora e provedora da vida. Essas posturas propõem uma visão mais holística e profunda da biosfera, na qual o ser humano não é o centro, mas apenas um componente dentro de um ecossistema complexo e diverso. Dessa perspectiva, o principal objetivo deste artigo é apresentar a inclusão inicial no currículo de ciências naturais do Colégio Técnico de Palermo da abordagem “alteridade e direitos da natureza a partir de enfoques biocêntricos e cosmocêntricos”. O artigo é composto por quatro partes: primeiro, a introdução apresenta as generalidades da abordagem; segundo, os referenciais teóricos são desenvolvidos; terceiro, são apresentadas as atividades que estão sendo desenvolvidas no colégio a partir do paradigma qualitativo-interpretativo utilizando a Pesquisa-Ação Participativa como estratégia, mostrando os resultados parciais do exercício de co-criação e co-avaliação com os estudantes, destacando os principais aprendizados, fraquezas, fortalezas e sugestões para a implementação no currículo de ciências da abordagem. Na última parte, são apresentadas algumas considerações finais.

Palavras-chave: abordagens biocêntricas e cosmocêntricas; alteridade; direitos da natureza; educação em ciências



Introducción

Los enfoques biocéntricos y cosmocéntricos, la alteridad y los derechos de la naturaleza son temas cada vez más relevantes. Estos enfoques promueven una visión más amplia y profunda de la biósfera, en la que los humanos no son el centro, sino un componente más dentro de un ecosistema complejo y diverso.

Según Cubillo-Guevara *et al.* (2014), la adopción de un enfoque biocéntrico implica reconocer que todos los seres vivos tienen un valor intrínseco y merecen ser respetados por sí mismos y no solo por su utilidad para el ser humano. De manera similar, el enfoque cosmocéntrico propone que la naturaleza no solo tiene valor por su utilidad para el ser humano, sino que es un fin en sí mismo y merece ser protegida y preservada (Capra, 1999).

En este sentido, la alteridad y los derechos de la naturaleza son conceptos clave en la promoción de estos enfoques. La alteridad implica reconocer que todos los seres vivos tienen su propia existencia y sus propios intereses, y que el ser humano debe respetarlos y considerarlos en su relación con la naturaleza. Los derechos de la naturaleza, por su parte, reivindican que la naturaleza tiene sus propios derechos y merece ser protegida y preservada por sí misma, no solo por su utilidad para los humanos (Hidalgo-Capitán *et al.*, 2014).

Incorporar estas orientaciones en las aulas de ciencias puede tener un impacto significativo en los estudiantes desde su relación con el medio ambiente. La integración de enfoques biocéntricos y cosmocéntricos en la enseñanza de las ciencias naturales puede fomentar una actitud crítica y reflexiva hacia los problemas ambientales y ayudar a los estudiantes a comprender la complejidad relacional existente entre las diversas formas de vida en las que se incluyen los humanos y su entorno. Por su parte, saber que existen los derechos de la naturaleza es fundamental en la construcción de argumentos y actitudes que propendan al cuidado y respeto por el medio ambiente y sus habitantes.

En consecuencia, este artículo tiene como propósito presentar la inclusión inicial en el plan de ciencias naturales CTP del enfoque alteridad y derechos de la naturaleza desde enfoques biocéntricos y cosmocéntricos, desde las actividades que se están desplegando con los estudiantes del CTP, utilizando como estrategia la investigación acción participativa (IAP), en la que se muestran los resultados parciales del ejercicio de cocreación y coevaluación con los estudiantes, que da cuenta de los principales aprendizajes, debilidades, fortalezas y sugerencias

de la implementación en el plan de estudios de ciencias del enfoque. Lo anterior puede contribuir significativamente a la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad, el respeto del medioambiente y cuidado del planeta.

Referentes teóricos

En este apartado se discuten los principales referentes teóricos del artículo desde un ejercicio de análisis y síntesis relacional dialógico de estos. Se presentan las características conceptuales de la alteridad, los derechos de la naturaleza y los enfoques biocéntricos y cosmocéntricos como una propuesta para ser ubicada en los planes de estudio.

La alteridad como un camino hacia una relación respetuosa y significativa con la naturaleza

La alteridad se refiere a la capacidad de reconocer al otro como distinto de uno mismo y valorarlo en su singularidad e implica reconocer la naturaleza como otro, dotado de sus propias características y necesidades, y no solo como un recurso u objeto de explotación. También implica considerar la naturaleza como un sujeto vivo y con derechos propios e involucra el respeto a la integridad y diversidad de todas las formas de vida, reconociendo su interconexión entre ellas (Callicott, 1994).

Desde esta visión, se hace necesario un cambio en la mentalidad del ser humano, quien debe abandonar la idea de dominio sobre la naturaleza y adoptar una actitud de colaboración y cuidado. Este cambio reconoce que la naturaleza de la relación de los humanos con el medio ambiente es esencial para lograr la conservación de la biodiversidad y, al mismo tiempo, crear un escenario en el que todos nos beneficiamos, dado que los humanos también somos parte de la naturaleza. Además, esta perspectiva puede tener implicaciones en la salud mental y el bienestar humano, ya que se ha demostrado que una conexión significativa con la naturaleza puede tener efectos positivos en la salud corporal y psicológica de las personas (Guha, 2000).

La alteridad –desde una relación sostenible, respetuosa y significativa con la naturaleza– es fundamental para alcanzar una humanidad más equilibrada y justa para todos los seres vivos del planeta, ya que al reconocer la naturaleza como una entidad viva y con derechos propios promueve una actitud de respeto y cuidado hacia el medio ambiente.

Recientemente, ha habido una creciente preocupación por la necesidad de incluir la perspectiva ambiental en la educación. La alteridad se presenta como una categoría fundamental que permite una comprensión más profunda de la complejidad relacional que existen entre los humanos y la naturaleza. Según Escobar (1999), la alteridad es la clave para una educación ambiental crítica y emancipadora, ya que permite comprender que los seres humanos no son el centro del mundo y que debemos aprender a convivir en equilibrio con otras formas de vida.

Asimismo, la inclusión de la alteridad en los currículos educativos puede ser una herramienta para animar la intervención activa de los escolares en la edificación de una sociedad más sostenible. Según Santos (2005), es necesario que los estudiantes desarrollen una conciencia crítica sobre las desigualdades sociales y ambientales, y que sean capaces de participar en la construcción de soluciones más justas y equitativas.

Por tanto, es fundamental la incorporación de la perspectiva de la alteridad en las aulas; de esta manera, se puede promover una educación ambiental más crítica y participativa, que contribuya a construir una sociedad más sostenible.

La importancia de los enfoques biocéntricos y cosmocéntricos en la sostenibilidad ambiental

Los enfoques biocéntricos y cosmocéntricos se enfocan en cambiar la perspectiva antropocéntrica que ha llevado a la explotación y degradación de la naturaleza, hacia una relación más equilibrada y respetuosa con esta.

El enfoque biocéntrico no solo reconoce la dependencia relacional entre todos los vivientes, sino que también reconoce la capacidad inherente de la naturaleza para regularse a sí misma. En la misma línea, el enfoque cosmocéntrico se enfoca en la relación entre el ser humano y el universo, y reconoce que todas las formas de vida tienen un papel importante en el funcionamiento del cosmos (Hidalgo-Capitán *et al.*, 2014).

Estos enfoques pueden ser aplicados en la educación para promover una comprensión más significativa de la naturaleza y su interdependencia con el ser humano. Esto puede ayudar a fomentar una actitud crítica y reflexiva hacia los problemas ambientales y contribuir a la formación de ciudadanos más comprometidos con la sostenibilidad ambiental. Estos enfoques tienen el

potencial de contribuir a la formación de ciudadanos más conscientes, comprometidos con la sostenibilidad ambiental y con capacidad de ser propositivos ante las problemáticas ambientales actuales (Kellert, 1996).

Los derechos de la naturaleza y su incidencia en la construcción de una relación significativa con el medio ambiente

Los derechos de la naturaleza son una forma de reconocer la existencia de los seres vivos como sujetos (los ecosistemas, los árboles, los animales, los hongos y otras formas de vida no humana). Esta perspectiva reconoce que la naturaleza no es simplemente un recurso para ser explotado por los seres humanos, sino que tiene su propia dignidad y valor intrínseco. Al otorgar derechos a la naturaleza, se puede proteger de la sobreexplotación y de la degradación, y se pueden establecer mecanismos legales para garantizar la coexistencia con ella en el largo plazo, desde una relación más armoniosa y sostenible (Acosta, 2013).

En este sentido, algunos autores han propuesto la inclusión de los derechos de la naturaleza en las leyes y políticas ambientales, como una forma de proteger la biodiversidad y los ecosistemas. Por ejemplo, la Constitución de la República de Ecuador (2008) ha reconocido a la naturaleza como una persona con derechos, lo que ha llevado a la creación de nuevas leyes y políticas que buscan proteger la biodiversidad y los ecosistemas para promover una ética del cuidado y responsabilidad hacia la naturaleza, reconociendo su propio valor intrínseco (Gudynas, 2011).

En la actualidad, se ha reconocido a la naturaleza como sujeto de derechos en varios fallos de diversos países, lo que significa un hito muy importante en la protección de la naturaleza que cambió los paradigmas tradicionales del derecho. Lo anterior ha generado una nueva narrativa acerca de las características jurídicas de la flora y la fauna en el sistema legal, que radica en definir y establecer si la fauna y la flora pueden ser sujeto de derechos o deben ser reconocidos como objetos jurídicos. La visión de reconocimiento de la naturaleza como un sujeto permite que en ella se puedan desplegar sus derechos y su dignidad, ya que este enfoque reconoce la relación simbólica de la naturaleza con las comunidades y las visiones alternativas que le son propias. Esta visión permite el tránsito de considerar la naturaleza como un recurso natural a considerarla como un otro que debe ser protegido por su valor intrínseco (Guzmán y Ubajoa Osso, 2020). Estas visiones de avanzada deben ser discutidas en los espacios escolares, con el propósito de analizarlas

críticamente, adaptarlas y resignificarlas en los diversos contextos educativos.

Actividades

Las actividades realizadas con los estudiantes en diferentes espacios escolares y no escolares (aulas, parques, auditorios, etc.) pretendieron como objetivo principal, más que un aprendizaje de conceptos, generar discusión sobre valores, posiciones y argumentaciones sobre la problemática planteada. Dicha discusión luego fue plasmada a través de un ejercicio escritural, que permitió la producción de textos de carácter crítico. A continuación, se presentan las actividades que se están desarrollando en el CTP para la implementación en el plan de estudios de ciencias del enfoque alteridad y derechos de la naturaleza desde enfoques biocéntricos y cosmocéntricos. Estas actividades se están desarrollando con los estudiantes de educación media. De ambas actividades, se ha realizado, hasta el momento, un ejercicio de cocreación y coevaluación con los estudiantes, para generar un documento escrito que dé cuenta de los principales aprendizajes, debilidades, fortalezas y sugerencias a las actividades. Se muestran los resultados parciales de la implementación de estas actividades.

Actividad 1. Los derechos de la naturaleza y su relación con los derechos humanos: enseñando una perspectiva interdependiente en las ciencias

Para integrar la perspectiva de los derechos de la naturaleza en la enseñanza de las ciencias, se discutió el concepto de los derechos de la naturaleza y su relación con los derechos humanos, la justicia ambiental y la sostenibilidad.

Se inició la actividad presentando las siguientes frases para animar y provocar un debate:

“Los derechos de la naturaleza son una forma de equilibrar el sistema jurídico, dando voz a la naturaleza y permitiendo que los ecosistemas sean reconocidos como sujetos de derechos” (Boyd, 2020, p. 62).

La naturaleza, o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, y al mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos (Boyd, 2020).

Esta primera parte de la actividad permite reconocer en los estudiantes los diferentes saberes, concepciones e ideas previas que tienen sobre las relaciones entre los derechos humanos y los derechos de la naturaleza, como

también permite reconocer los intereses y cuestionamientos que tienen sobre el tema. Luego, se realizó una lectura dirigida del prólogo del libro *La naturaleza con derechos: de la filosofía a la política* y se formularon las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo surgió la idea de otorgar derechos a la naturaleza y por qué es importante?
2. ¿Qué tipo de derechos se pueden otorgar a la naturaleza y cómo se aplican en la práctica?
3. ¿Cuáles son los principales desafíos legales y prácticos asociados con la implementación de los derechos de la naturaleza?
4. ¿Qué países han adoptado leyes o políticas que reconocen los derechos de la naturaleza y qué impacto han tenido?
5. ¿Cómo pueden los ciudadanos y las comunidades locales promover y proteger los derechos de la naturaleza en sus propias regiones?

Actividad 2. Hacia una nueva relación con la naturaleza: una reflexión sobre nuestras acciones y límites como especie desde la alteridad y los enfoques biocéntricos y cosmocéntricos

El objetivo de esta actividad es suscitar una reflexión en los estudiantes sobre nuestra relación con la naturaleza y las nuevas formas de entender nuestra conexión con ella. Una de estas formas es por medio de la alteridad, que implica ver a otros seres vivos como sujetos con sus propias vidas y derechos, en lugar de objetos para nuestro uso y consumo. También, es importante adoptar enfoques biocéntricos y cosmocéntricos, que resaltan el valor intrínseco de la vida y los sistemas naturales.

Se leyó de forma conjunta con los estudiantes el siguiente texto:

Es importante entender por qué el medio ambiente está en problemas y cómo podemos ayudar a solucionarlo. Necesitamos cuidar el planeta, porque es el único hogar que tenemos. Todos los animales y plantas también son importantes, no solo los humanos. Si todos ayudamos, podemos hacer una gran diferencia y salvar nuestro planeta. En todo el mundo, hay diversas problemáticas ambientales que afectan a nuestro planeta, como la contaminación del aire, del agua, la deforestación, la crisis climática y la disminución de la biodiversidad. Todos estos problemas están relacionados con actos humanos, como el uso de combustibles fósiles, la tala de árboles y la sobrepesca, entre otros.

Para proteger nuestro hogar, debemos adoptar una filosofía que preserve la vida con un enfoque biocéntrico y una visión humanista. Esto significa que debemos reconocer que somos solo una especie más en la Tierra y que nuestras acciones tienen una huella en el cosmos que nos rodea. También debemos entender que el medio ambiente es un sistema delicado y complejo, en el que todo está interconectado”. (Chaves, 2023)

A continuación, se presentan las preguntas para incitar al diálogo con los estudiantes.

1. ¿Qué significa que el medio ambiente es un sistema delicado y complejo en el que todo está interconectado?
2. ¿Qué significa reconocer que somos solo una especie más en la Tierra?
3. ¿Por qué todas nuestras acciones tienen un impacto positivo o negativo en el mundo que nos rodea?

Resultados parciales

A continuación, se muestran de una manera sucinta los principales hallazgos del ejercicio de cocreación y coevaluación con los estudiantes, que da cuenta de los principales aprendizajes, debilidades, fortalezas y sugerencias de la implementación en el plan de estudios de ciencias del enfoque alteridad y derechos de la naturaleza desde enfoques biocéntricos y cosmocéntricos. Esta experiencia se está desarrollando desde el paradigma cualitativo-interpretativo, basado en un ejercicio de investigación acción participativa (IAP) incluyente y de alto impacto, que implica la participación de los estudiantes en todas las etapas del proceso, el cual se plasmó en un ejercicio escritural de carácter crítico.

Aprendizajes

Los estudiantes declararon los siguientes aprendizajes con respecto al enfoque:

“Los seres humanos son diferentes de los demás seres en la naturaleza, pero no son el centro de todo y no son más importantes que otros seres vivos”.

“En la naturaleza todas las cosas se relacionan unas con otras y las acciones de unos con otros afectan a los demás”.

“Al igual que los seres humanos, la naturaleza y los seres vivos deben tener derechos”.

“Todos los seres vivos tienen derecho a existir y a ser felices”.

Estos aprendizajes corresponden parcialmente con los planteamientos que hacen Hidalgo-Capitán *et al.* (2014), ya que permite entrever que los estudiantes reconocen que, en su diferencia, los seres humanos no son el centro del cosmos, lo que en principio facilita la implementación del enfoque.

Debilidades

Si bien los estudiantes se interesaron en las disertaciones que se generaron a través de las actividades, declaran que: “Estas actividades deberían incluir prácticas que involucren visitas a parques naturales para observar la biodiversidad y las relaciones entre las especies que habitan allí”. Lo anterior está en correspondencia con lo planteado por Gudynas (2011), quien asevera que un verdadero cambio en la educación ambiental se da con vivencias, mediante el contacto con los demás seres de la naturaleza.

Fortalezas

Los estudiantes declararon que la principal fortaleza del enfoque es:

Estas actividades permiten comprender que somos parte de todo el sistema viviente y cambiar la idea de que los humanos estamos por fuera, además entender que las otras especies tienen derecho a existir no sólo por los beneficios que nos puedan dar.

Sugerencias

Desde un diálogo entre los estudiantes y los docentes, se sugiere realizar las siguientes actividades en la implementación de la segunda fase del enfoque:

“Fomentar la comprensión de la interdependencia y las relaciones complejas entre los seres vivos y el ambiente. Para lograr esto, se pueden utilizar actividades prácticas que involucren a los estudiantes en el estudio de algunos ecosistemas locales cercanos”.

“Promover la empatía y la compasión hacia la naturaleza: A través de actividades de concienciación, como la

observación de la naturaleza, la meditación y el contacto directo con los seres vivos, se puede fomentar la conexión emocional con el medio ambiente y su protección”.

“Involucrar a los estudiantes en proyectos comunitarios que promuevan la protección de la naturaleza y los derechos de todos. Esto puede incluir campañas de concientización, trabajo voluntario en organizaciones de conservación, y proyectos de investigación aplicada”.

“Promover la investigación y la lectura de textos sobre estos temas, y proporcionar acceso a una amplia gama de recursos bibliográficos”.

En el siguiente apartado, y a manera de conclusión, se argumentan los principales alcances que tienen los resultados parciales de este ejercicio.

Consideraciones finales

Es muy importante que en los currículos de las escuelas se enseñe a respetar y valorar la naturaleza desde una perspectiva de alteridad. Así, se pueden crear oportunidades para aprender sobre el medio ambiente y la sostenibilidad de una manera crítica y participativa, y ayudar a construir una sociedad más consciente y responsable.

De igual manera, es importante fortalecer los planes de estudio de ciencias y el reconocimiento de derechos al mundo natural, con el objeto de construir en los estudiantes argumentos para protegerla de la explotación y la degradación, y proponer mecanismos legales que garanticen una ética del cuidado y responsabilidad hacia ella, lo que es crucial para lograr una relación más armónica y sostenible con nuestro entorno natural.

La inclusión de un enfoque biocéntrico en la enseñanza de las ciencias naturales permite reconocer la intrincada dependencia entre todas las formas de vida y la capacidad de la naturaleza para regularse a sí misma. Así se establece una relación más equilibrada entre el ser humano y la naturaleza, en la que se reconoce que la naturaleza no es solo un recurso explotable, sino un fin en sí mismo.

Por otra parte, la inclusión del enfoque cosmocéntrico posibilita comprender la importancia de todo lo viviente en el funcionamiento de toda la biosfera, que no solo reconoce la interdependencia entre todas las formas de vida, sino que también resalta la capacidad inherente de la naturaleza para regularse a sí misma.

Con el fin de implementar el enfoque alteridad y derechos de la naturaleza desde enfoques biocéntricos y

cosmocéntricos en las aulas de ciencias naturales, es importante no solo realizar lecturas y debates sobre el tema, sino también llevar a cabo actividades prácticas que involucren a los estudiantes en el estudio ecosistemas cercanos, y que ellos se involucren en campañas de concientización y trabajo voluntario en organizaciones de conservación ambiental.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (2013). *El buen vivir o la sumisión voluntaria al capitalismo*. Editorial Icaría.
- Boyd, J. (2020). El reconocimiento legal de los derechos de la naturaleza: una nueva forma de justicia para la Tierra. *Revista de derecho ambiental*, (3), 62-75.
- Callicott, J. B. (1994). *Perspectivas de la Tierra: un estudio multicultural de la ética ecológica desde la cuenca mediterránea hasta el interior de Australia*. University of California Press.
- Capra, F. (1999). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008*. Tribunal Constitucional del Ecuador.
- Cubillo-Guevara, A. P., Hidalgo-Capitán, A. L. y García-Álvarez, S. (2014). El Buen Vivir como alternativa al desarrollo para América Latina. *Revista Iberoamericana de Estudios del Desarrollo*, 5(2), 30-57.
- Escobar, A. (1999). *El final del salvaje: naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. Siglo XXI.
- Gudynas, E. (2011). Buen vivir: germinando alternativas al desarrollo. *América Latina en movimiento*, (468), 1-14.
- Guzmán, L. F. y Ubajoa Osso, J. D. (2020). *La personalidad jurídica de la naturaleza y de sus elementos versus el deber constitucional de proteger el medio ambiente*. En M. P. Pachón (Ed.), *Reconocimiento de la naturaleza y de sus componentes como sujetos de derechos* (pp. 162-219). Universidad Externado de Colombia.
- Guha, R. (2000). El ambientalismo estadounidense radical y la preservación de la naturaleza: una crítica del tercer mundo. *Ética ambiental*, 22(1), 3-19.
- Hidalgo-Capitán, A. L., Guillén García, A. y Deleg Guazha, N. (Eds.). (2014). *Antología del*

pensamiento indigenista ecuatoriano sobre sumak kawsay. Universidad de Huelva, CIM Ediciones.

Hidalgo-Capitán, A. L., García-Álvarez, S., Cubillo-Guevara, A. P. y Medina-Carranco, N. (2019). Los Objetivos del Buen Vivir. Una propuesta alternativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista*

Iberoamericana de Estudios de Desarrollo, 8(1), 6-57. 10.26754/ojs_ried/ijds.354

Kellert, S. R. (1996). *El valor de la vida: Diversidad biológica y sociedad humana*. Anagrama.

Santos, B. S. (2005). *La Universidad en el Siglo XXI: para una reforma democrática y emancipatoria de la universidad*. CLACSO.



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena

REVISIÓN CONCEPTUAL DEL CRECIMIENTO SECUNDARIO DE TALLOS PARA SU ENSEÑANZA A NIVEL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS EN URUGUAY Y UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

Conceptual Review of Secondary Stem Growth for Teaching at the Biological Sciences Teacher Training Level in Uruguay and a Didactic Intervention Proposal

Revisão conceitual do crescimento secundário de caules para seu ensino no nível de formação de professores de Ciências Biológicas no Uruguai e uma proposta de intervenção didática

Fecha de recepción: 23 de febrero de 2024
Fecha de aceptación: 19 de junio de 2024

Diego Suárez* 

Cómo citar

Suárez, D. (2024). Revisión conceptual del crecimiento secundario de tallos para su enseñanza a nivel del profesorado de ciencias biológicas en Uruguay y una propuesta de intervención didáctica, *Bio-grafía*, 17(33), 191-200. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num33-20846>

* Consejo de Formación en Educación-Uruguay. diegoprobio@gmail.com

Resumen

En el siguiente ensayo se realiza una revisión conceptual del crecimiento secundario de tallos en torno al curso de Botánica de la carrera de Profesor de Ciencias Biológicas de Uruguay. En el desarrollo de este trabajo se hace un análisis crítico de conceptos que están relacionados con el crecimiento secundario de tallos en Spermatophyta, a su vez se propone una intervención didáctica en base a resolución de problemas y actividades de práctico de laboratorio que potencian un acercamiento de los estudiantes a la botánica desde una óptica más reflexiva.

Palabras clave: botánica; enseñanza de las ciencias; formación docente

Abstract

This is a conceptual review essay about the secondary stem growth within the Botany course of the Biological Sciences Teacher Training program, in Uruguay. In this work, a critical analysis of the concepts related to the secondary stem growth in Spermatophyta is carried out. Additionally, a didactic intervention is proposed based on problem-solving and laboratory practical activities that enhance students' approach to botany from a more reflexive perspective.

Keywords: botany; science teaching; teacher training

Resumo

No ensaio a seguir é realizada uma revisão conceitual do crescimento secundário de caules em torno do curso de Botânica da carreira de Formação de Professor de Ciências Biológicas no Uruguai. O desenvolvimento deste trabalho inclui uma análise crítica de conceitos relacionados ao crescimento secundário de caules em Spermatophyta. Além disso, propõe-se uma intervenção didática baseada na resolução de problemas e em atividades práticas de laboratório, que potencializam o envolvimento dos alunos com a botânica a partir de uma perspectiva mais reflexiva.

Palavras-chave: botânica; educação científica; formação de professores



Introducción

La anatomía vegetal constituye un campo disciplinar de suma relevancia dentro de la botánica, que, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la primera mitad del XX, logró un notable avance en el conocimiento de la estructura interna de las plantas a partir de numerosas descripciones anatómicas (Porcel y Tejero, 1996).

Dentro de los conocimientos aportados por este campo disciplinar y metodológico, se encuentran aquellos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas con crecimiento secundario. El crecimiento secundario comporta una serie de cambios en las plantas que lo poseen, que llevan a una reestructuración del esquema citohistoanatómico de estas en relación con nuevas capacidades fisiológicas.

La filogenia actual de plantas vasculares plantea múltiples orígenes del crecimiento secundario (Spicer y Groover, 2010), el cual ha estado presente en plantas como las Pteridofitas desde el Devónico y Carbonífero. El estudio paleobotánico de *Lepidodendron sp* en la década del 70 ya había determinado la presencia de xilema secundario originado de un cambium vascular unifacial (Eggert y Kanemoto, 1977). En la mayoría de los pteridófitos actuales, esta característica se ha perdido, exceptuando pequeñas herbáceas de la familia Ophioglossaceae, en las que se puede interpretar como un relictos o una reaparición, aunque esto se encuentra en debate (Schweingruber y Börner, 2018). Recién, con Progymnospermophyta (Devónico medio y Carbonífero inferior) encontramos el cambium típico bifacial que aparecen en plantas con semillas Spermatophyta; los ejemplares de este taxón son los árboles más antiguos, con anatomía y hábito de crecimiento moderno.

Si bien raíz como hoja y tallo de las plantas con semilla pueden desarrollar crecimiento secundario, el proceso de desarrollo no es igual y su estudio requiere diferentes estrategias de abordaje. En relación con la enseñanza de este tema, la comprensión de los cambios que se dan en una planta cuyo desarrollo culmina en un nuevo esquema anatomo-funcional, requiere de un abordaje didáctico-pedagógico que implique el estudio del proceso, no solo de forma teórica, sino acompañado de un componente práctico en el laboratorio de ciencias, que permita problematizar y generar discusión de los esquemas y modelos tradicionales.

El crecimiento secundario como tema de enseñanza en la formación del profesorado de ciencias biológicas

En Uruguay, la formación de profesores de ciencias biológicas para educación media depende de la Administración de Educación Pública (ANEP), a través del Consejo de Formación en Educación (CFE). El plan de estudio vigente del CFE para la formación del profesorado es de cuatro años e incluye como asignaturas obligatorias Botánica I y II.

Precisamente, en el curso de Botánica II se ha detectado que uno de los temas que genera mayor dificultad en los aprendizajes es el estudio del crecimiento secundario de los tallos en las plantas con semillas. Sin dudas, la enseñanza de este tema constituye un desafío conspicuo para la disciplina botánica. Las nuevas investigaciones, así como los debates que reavivan la discusión respecto al desarrollo de las plantas, implican un abordaje actualizado y crítico que conduzca a la reflexión y potencie los aprendizajes en un esquema de educación superior. En este sentido, el crecimiento secundario como tema a enseñar en formación docente tiene varias aristas que contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, y conducen a romper la tendencia descriptiva y memorística con la cual se relacionan los temas de anatomía vegetal. A continuación, se ponen en reflexión algunos de los puntos clave en la enseñanza del crecimiento secundario de tallos en un curso de botánica de educación terciaria.

Crecimiento Secundario: una mirada renovadora de un tema tradicional

Por lo general, cuando pensamos en el crecimiento secundario de las plantas se nos viene a la mente el tallo leñoso característico de los árboles, producto de un único cambium bifacial que genera externamente floema secundario; e internamente, xilema secundario (Larson, 1994; Suárez, 2019). Si bien este modelo de desarrollo está en gran parte de las plantas con semilla, existen variantes, por ejemplo, los cambia unificiales (Cichan y Taylor, 1990; Willis y McElwain, 2002; Crang *et al.*, 2018) o los múltiples cambia presentes en Angiospermas que funcionan simultáneamente (Carlquist, 2007), así como aquellos que producen un xilema secundario

surcado por cuñas de floema (Pace *et al.*, 2009). Generalmente, esta diversidad estructural no se presenta en los libros de referencia de los cursos y, ante las dificultades que supone su enseñanza, no se trabajan en los cursos de formación docente, por lo cual el profesor egresado culmina sus estudios con un esquema acotado de la realidad anatómica que presentan las plantas con semilla y, especialmente, la estructura secundaria del tallo, que luego reproduce en sus prácticas de enseñanza.

Los modelos que tradicionalmente se usan para la anatomía de tallos con crecimiento secundario en la formación en Botánica en nuestro país, refieren para Angiosperma Eudicotiledoneae, preferentemente al género *Tilia* sp, *Vitis* sp, *Populus* sp. En cambio, para Gimnospermas, los géneros más utilizados son *Pinus* sp y *Araucaria* sp. Este tipo de abordajes trae consigo una serie de obstáculos, entre los cuales se destacan: a) la promoción de modelos “tipo” y la falta de trabajo con ejemplares nativos que acota la visión sobre las configuraciones que puede tener el xilema secundario, b) se refuerza la idea de crecimiento secundario como sinónimo de producción de leño y c) no se presentan casos de tallos con crecimiento secundario no leñosos.

Esto último trae consigo un problema fundamental a abordar en la enseñanza en la formación docente, que es la renovación y problematización de los ejemplares botánicos seleccionados, de forma tal que se genere conflicto cognitivo en los estudiantes e inviten a la reflexión y aprendizaje significativo.

El cambium meristema secundario de engrosamiento

Una forma práctica de diferenciar el crecimiento primario del secundario es que el primero es responsable del alargamiento en las puntas de los ejes de la planta, mientras que el segundo es responsable del engrosamiento de los ejes de la planta a partir de meristemas secundarios, como el cambium (Spicer y Groover 2010).

El concepto de cambium con sentido estrictamente botánico aparece de la mano de Duhamel du Monceau, en su obra *Physique des Arbres*, de 1758 (Larson, 2012). Y según Lundegårdh (1922), fue Duhamel du Monceau (1758) quién diseñó un experimento que demostró por primera vez el engrosamiento secundario, aunque él mismo no pudo explicar cómo ocurría el fenómeno. El concepto de cambium como tejido de crecimiento secundario no aparece en la literatura botánica hasta los trabajos de Mirbel, en 1839 (Larson, 2012). En la actualidad, en sentido estricto, el tejido responsable del engrosamiento del eje raíz-tallo en Gimnospermas y

Angiospermas Eudicotiledóneas es el cambium vascular, que produce de forma centrípeta xilema secundario; y de forma centrífuga, floema secundario (Spicer y Groover 2010; Schweingruber y Börner 2018).

En biología vegetal, la enseñanza y el estudio del cambium es fundamental para entender el crecimiento secundario. Los estudiantes de botánica presentan dos grandes dificultades al abordar la comprensión del cambium vascular, estas refieren a su origen-desarrollo y estructuración, respectivamente. El primer obstáculo (origen-desarrollo del cambium vascular) es percibido frecuentemente en evaluaciones y presentación de trabajos. En general, en la literatura botánica se menciona al procambium como el tejido que da origen al cambium. Existen anatomistas como Larson (1982; 2012), Esau (1965) y Sterling (1946) que plantean que, a nivel de origen y desarrollo, procambium y cambium son dos estados de desarrollo de un solo meristema. Esta concepción hace que se hable del continuo procambium-cambium, poniendo énfasis en la idea del estado transicional de desarrollo de la planta y sustitución del procambium por cambium. Sin embargo, este tipo de interpretaciones que tiende a transferirse a los estudiantes ha sido rebatido por Swamy y Krishnamurthy (1980) en una profunda revisión bibliográfica, en la cual se llega a esclarecer que el origen del cambium es múltiple. En ese sentido, el cambium se origina a partir del procambium y de tejidos de origen primario que se desdiferencian y vuelven a diferenciarse, caso típico del parénquima interfascicular. Incluso, a pesar de los grandes consensos de los anatomistas vegetales, Swamy y Krishnamurthy (1980) sugieren que también en la región fascicular el cambium tendría un origen idéntico a la interfascicular. En este sentido, el procambium primero debe convertirse en parénquima, que a su vez da lugar al cambium. Desde el punto de vista citológico, los autores se basan en que las células del parénquima sufren un número menor de cambios para convertirse en iniciales cambiales que las células procambiales.

La comprensión del origen múltiple del cambium es, sin duda, una de las mayores dificultades que los estudiantes de biología vegetal tienen, es por eso que es necesario, como prerequisite, un profundo abordaje de los conceptos diferenciación y desdiferenciación, para entender el desarrollo del crecimiento secundario en tallos.

Otro de los puntos de especial interés refiere a la estructuración del cambium en dos sistemas: axial y radial, producto de las células iniciales fusiformes y radiales (Esau, 1976) y el patrón de división periclinal y anticlinal. En ese sentido, debe plantearse en las clases de botánica

un tratamiento profundo de los conceptos periclinal y anticlinal, para entender la diferenciación del cambium a posteriori.

Crecimiento secundario y desarrollo de leño

Una de las sinonimias frecuentes en botánica es la del crecimiento secundario y crecimiento leñoso (Spicer y Groover, 2010). Sin embargo, es necesario acotar que el crecimiento secundario no es sinónimo de desarrollo leñoso, error frecuente que podemos encontrar en la simplificación conceptual o unificación de modelos (Hershey, 2005). Es importante abordar este matiz conceptual en la enseñanza de la botánica del profesorado, de forma tal de no contribuir a reforzar una idea previa que se mantiene arraigada de manera profunda. En tal sentido, definimos leño como la configuración anatómica de plantas que tienen una marcada actividad estacional del cambium, que lleva a la acumulación sucesiva de xilema y floema secundario. En contrapartida, podemos tener plantas herbáceas con crecimiento secundario (no leñoso), pero sin una sucesiva actividad cambial estacional.

Xilema secundario leñoso

Otro de los puntos de abordaje para la enseñanza del crecimiento secundario –en este caso, leñoso de tallos de Gimnospermas y Angiospermas no monocotiledóneas– es la estructura del xilema secundario. Aquí es necesario hacer apreciaciones conceptuales que son clave en la enseñanza a nivel terciario.

Las maderas pueden tener al menos dos grandes configuraciones de los elementos celulares que las constituyen, determinando así dos tipos de leños diferentes: homoxilados o heteroxilados. El leño homoxilado (presenta traqueidas, y poco parénquima axial o ausente, mientras que el radial es generalmente uniseriado) es típico de plantas Gimnospermas, mientras que el leño heteroxilado (presenta elementos del vaso, fibras, traqueidas, fibrotraqueidas, parénquima axial y radial) es característico de Angiospermas Eudicotiledóneas (Esau, 1976). Esta idea generalizada, si bien permite distinguir bajo dos campos conceptuales la mayoría de las plantas, según la configuración de su xilema secundario, arrastra un error frecuente y poco comentado en la bibliografía botánica general. El mismo refiere a que existen Gimnospermas del orden Gnetales y Ephedrales, que no poseen xilema homoxilado, por el contrario, es heteroxilado (Carlquist, 2012; Cabanillas *et al.*, 2014). Esta apreciación no es menor; por un lado, porque estamos frente a Gimnospermas con elementos del vaso (generalmente, el estudiante de biología vegetal prefigura en

su mente que los elementos del vaso solo están presentes en Angiospermas Eudicotiledóneas); y, por el otro, porque en nuestro país la única Gimnosperma nativa es *Ephedra tweediana*, y como modelo de enseñanza nos permite problematizar aspectos evolutivos y de la propia anatomía vegetal.

Otro de los puntos de importancia en el estudio del xilema secundario en tallos leñosos, tanto en Gimnospermas como Angiospermas, es la interpretación anatómica de los elementos celulares en los distintos planos de corte. Es muy frecuente encontrar problemas en la identificación de preparados histológicos, porque no se logra reconocer el plano de corte frente al cual se está. El estudio del plano transversal es, sin duda, el que más se trabaja en los cursos de botánica; sin embargo, resulta prioritario el abordaje de los planos longitudinales, con énfasis en el tipo tangencial. Sobre todo, porque el desempeño profesional enfrentará a los futuros docentes a gestionarse el material del laboratorio, y en muchas ocasiones se pierde la oportunidad de utilizar material histológico fijado porque no se logra interpretar ni el órgano vegetal (en este caso, tallo) ni el plano de corte del mismo.

Para contribuir y aportar herramientas conceptuales en un futuro desempeño autónomo de los egresados, se entiende necesario presentar aspectos de la estructuración de los elementos celulares axiales y radiales del xilema leñoso. En este sentido, es importante trabajar la 1) estacionalidad xilemática: leño tardío y temprano; 2) la disposición y estructura de los elementos del vaso: porosidad, agrupación, tipos de placa de perforación, punteaduras intervasculares y tipos de espesamientos de la pared secundaria; 3) las características de las fibras: grosor de pared y septación; 4) parénquima axial apotraqueal y paratraqueal: disposición; 5) parénquima radial: ancho de radios y composición celular y 6) inclusiones minerales: ráfides, drusas, cristales prismáticos, etc.

Crecimiento secundario anómalo

Al crecimiento secundario en los ejes (tallo-raíz) para Angiospermas Eudicotiledóneas, que ocurre de formas diferentes al patrón bifacial, se lo ha denominado, según la bibliografía botánica, crecimiento secundario anómalo; no obstante, el término más apropiado es variante cambial (Carlquist, 2001). El término “variante” tiene el objetivo de referenciar los desarrollos cambiales menos comunes; mientras que “anómalo” da la impresión de un estado que se aparta de lo “normal” o que es “defectuoso” en sus características. Sobre todo, es interesante presentar a los estudiantes la existencia de las variantes cambiales que corresponden a flora nativa

uruguay, como el caso de *Ephedra tweediana*, que tiene una variante cambial denominada “tallos lobulados” (Cabanillas *et al.*, 2014).

Una propuesta de intervención didáctica para la problematización de la enseñanza del crecimiento secundario en tallos

Pozo y Pérez (2009) plantean que las nuevas formas de concebir el aprendizaje y la enseñanza requieren promover y desarrollar el aprendizaje constructivo, lo cual implica, al menos, dos grandes hitos: aprender para comprender y resolver problemas, y aprender a gestionar de forma autónoma los aprendizajes. En este sentido, los autores sostienen también que el aprendizaje resulta más eficaz cuando los estudiantes, en lugar de aplicar los conocimientos en ejercicios de forma repetitiva, se enfrentan a situaciones problema, ya que estas implican modificar conocimientos en el marco de nuevas estrategias que le permitan resolverlas.

Desde una perspectiva didáctica en la enseñanza de la botánica, las propuestas aquí diseñadas se enmarcan en la indagación dialógica problematizadora. Así, se busca presentar situaciones que inviten a la reflexión a estudiantes del profesorado y promuevan un aprendizaje comprensivo, siempre en interacción con el docente desde un rol de vigilante epistemológico (Hernández, 2014). En este sentido, las propuestas de enseñanza pensadas para cumplir con lo anteriormente expuesto se basan en la resolución de problemas y trabajos prácticos de laboratorio que sean significativos e involucren a los estudiantes en una botánica más reflexiva a partir del uso de ejemplares nativos.

Por otro lado, el enfoque aquí planteado involucra una enseñanza de la botánica con un piense didáctico-pedagógico que trascienda las clases teóricas e incentiven el aprendizaje significativo (Álvarez y Arias, 1998; Foresto y Martín, 2020). Trascender las clases teóricas y pensar diversas actividades ayuda a consolidar conceptos, fomentar el trabajo colaborativo y la autorregulación por parte de los estudiantes (Foresto y Martín, 2020).

A su vez, una perspectiva crítica de la enseñanza propone rever si enseñamos exclusivamente el crecimiento secundario a partir de especies del hemisferio norte o si comenzamos a usar como modelo nuestras leñosas nativas. A continuación, se proponen dos ejemplos de actividades para abordar el crecimiento secundario de tallos.

Trabajos prácticos de laboratorio

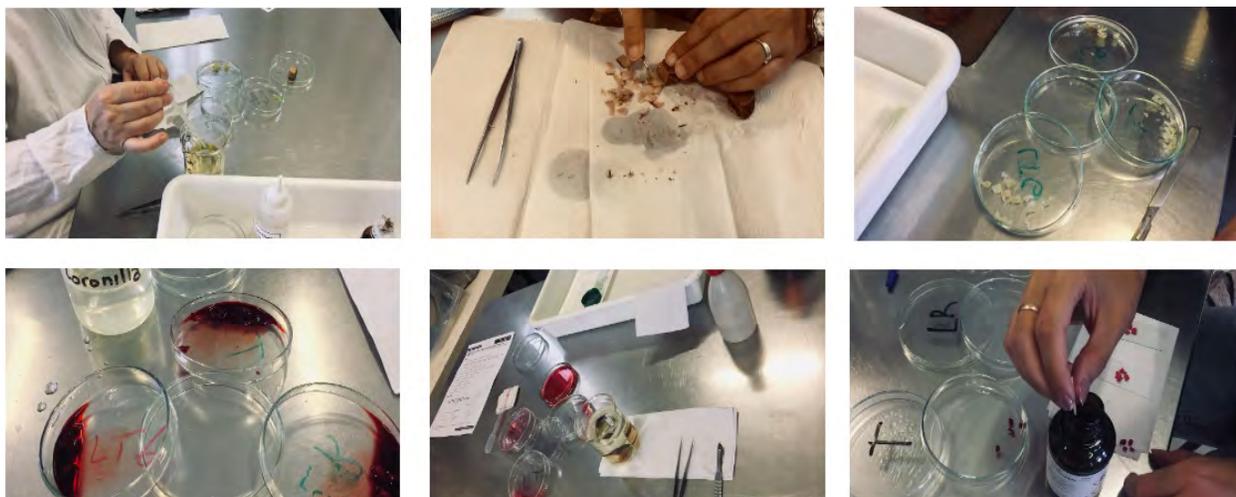
El trabajo en el laboratorio es una instancia fundamental para el aprendizaje. A entender de Anijovich y Mora (2009), las actividades que los alumnos realizan para apropiarse de diferentes saberes son instrumentos con los que el docente cuenta y que pone a disposición en la clase para ayudar a estructurar las experiencias de aprendizaje.

Por otra parte, los trabajos prácticos de laboratorio potencian procesos cognitivos que se ponen en juego en la producción y reconstrucción del conocimiento y esta es, sin dudas, una de las facetas más importantes de estas actividades (Oroño y Cafferata, 2007).

En el marco del curso de Botánica II se les enseñó a los estudiantes a realizar cortes de madera en diferentes planos anatómicos (transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial) y a elaborar preparados histológicos. Para esta instancia, se trabajó con ejemplares nativos de la flora nacional, como *Erythrina crista-galli*, *Vachellia caven*, *Scutia buxifolia*, *Celtis tala*, *Schinus molle* y *Phytolacca dioica*. Las muestras de maderas utilizadas consistían en cubos de no más de 2 cm de arista, con las superficies de planos de cortes de interés anatómico, y tratados previamente, según lo reseñado por Huerta (1978) y Gómez (1977).

Para la realización de preparados histológicos de maderas nativas se utilizaron las técnicas reseñadas por D’Ambrogio (1986) con Azul de Toluidina (tinción metacromática) y Safranina-Fast Green (coloración combinada sucesiva doble); también, se realizaron tinciones directas con Safranina y Azul de Metileno. Los cortes se hicieron a mano libre con hojas de afeitar, de manera que se obtuvieron láminas de diferente grosor, lo que implicó, posteriormente, una selección de las muestras con menor altura (figura 1).

Figura 1. Secuencia del proceso de preparación de las muestras de maderas nativas, corte, blanqueo, tinción y montaje.



Los cortes obtenidos, luego del proceso de tinción, se montaron con Entellan®. El análisis de la estructura leñosa de los cortes se realizó a través de microscopio Olympus, y se utilizaron claves y atlas como la *law a list of microscopic features for hard Wood identification* (Wheeler *et al.*, 1989) y el Atlas de Maderas y Bosques Argentinos (Tortorelli, 1956). Para esta instancia, también se utilizó el *software* Lumenera INFINITY ANALYZE®. El uso de este tipo de *software* permite poner en práctica habilidades de reconocimiento y descripción anatómica, a la vez que habilita al desarrollo de análisis matemático a partir de la medición de elementos celulares, lo que aporta una visión más práctica y aplicada de la botánica.

Resolución de problema

Según Garrett (1988), un currículo basado únicamente en la acción de transmisión de información es simplemente insostenible, es por eso que, con el paso del tiempo, un currículo orientado a procesos, que incluye como un elemento estructurante la resolución de problemas, impacta sustancialmente en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se presenta un ejemplo de actividad de tipo resolución de problema.

“Popularmente la leña de la especie nativa *Phytollaca dioica* (ombú) es conocida por ser una madera de bajo potencial calórico para encender y/o mantener una fogata. Muchas personas la catalogan como una mala madera para estos fines. Sin embargo, otras leñosas nativas como el *Scutia buxifolia* (coronilla) son muy buenas para iniciar o mantener fogatas, y debido a la tala

excesiva es que las poblaciones de esta arborea están protegidas por ley en nuestro país.”

¿Qué diferencias existen entre los leños de ambas maderas que hacen que tengan estos comportamientos tan distintos respecto al uso calórico?

Si bien este problema es de respuesta cerrada, los estudiantes pondrán en juego nuevos puntos de vista a lo que ya conocían sobre anatomía de leñosas. Para resolver este problema, los estudiantes deberán movilizar los conocimientos de anatomía de leñosas, pero a su vez diseñar una estrategia que les permita abordar el problema. Esto implica, por ejemplo, a) realizar una salida de campo para obtener muestras de ambas especies; b) buscar información sobre qué procedimientos se deben realizar para obtener muestras del leño; c) buscar información de cómo tratar la madera para realizar preparados anatómicos; d) realizar cortes histológicos, lo que implica uso del laboratorio; e) estudiar y aplicar técnicas tinción y de montaje de muestras histológicas de leños; f) uso de claves de anatomía de leñosas para interpretación de lo que observan y base de datos de anatomía de leñosas; g) establecer correlaciones entre las características morfoanatómicas del leño y los rasgos funcionales de las especies en cuestión; h) medición de caracteres biométricos; i) uso de herramientas informáticas y j) ensayo experimental de potencial calórico.

Con esta actividad, se apunta a consolidar diversos aprendizajes: a) el diseño de salidas de campo; b) el uso de material de laboratorio; c) la manipulación de leño y el reconocimiento de los planos de corte; d) el trabajo colaborativo; e) la búsqueda y selección de información;

f) la relación entre aspectos morfoanatómicos y ecológicos de leñosas nativas; g) el uso de *software* y claves para identificación; h) cálculo estadístico: promedios, varianza, etc.; i) representación de resultados y j) elaboración de textos científicos.

Reflexiones finales

La enseñanza del crecimiento secundario en tallos reviste una complejidad que puede ser abordada desde diferentes enfoques; sin embargo, aquellas intervenciones con un alto componente práctico permiten solidificar aprendizajes y reestructurar conceptos. Cuando hacemos partícipes a las plantas de los procesos de enseñanza y trascendemos los textos de botánica podemos encontrar una fuente inagotable de recursos de enseñanza que ponen en valor los tipos de clases que impartimos. En la formación del profesorado, esta impronta se hace cada vez más necesaria, pues ninguna imagen, video o maqueta sustituye al ejemplar botánico vivo, en pos de una botánica reflexiva.

Referencias bibliográficas

Álvarez Salgado, E. y Arias Guevara, H. (1998). El aprendizaje de algunos conceptos fundamentales en el campo de la botánica. Una experiencia investigación aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (4). <https://doi.org/10.17227/ted.num4-5693>

Anijovich, R., y Mora, S. (2009). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Grupo Editor.

Cabanillas, P. A., Borniego, M. L. y Sáenz, A. (2014). Nueva variante cambial en el género *Ephedra* (Ephedraceae). *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 49(2), 201-206. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v49.n2.7841>

Carlquist, S. (2001). *Comparative Wood Anatomy Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Carlquist, S. (2007). Successive cambia revisited: ontogeny, histology, diversity, and functional significance. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 134(2), 301-332. <https://doi.org/10.3159/1095-5674>

Carlquist, S. (2012). Wood Anatomy of Gnetales in a Functional, Ecological, and Evolutionary Context. *Aliso*, 33(30), 33-47. <https://doi.org/10.5642/aliso.20123001.05>

Cichan, M. y Taylor, T. (1990). Evolution of cambium in geologic time—a reappraisal. *The Vascular Cambium*, 213–228.

Crang, R., Lyons-Sobaski, S., y Wise, R. (2018). *Plant anatomy: a concept-based approach to the structure of seed plants*. Springer.

D’Ambrogio de Argüeso, A. (1986). *Manual de técnicas en histología vegetal*. Hemisferio Sur.

Du Monceau, H. L. D. (1758). *La physique des arbres; où il est traité de l’anatomie des plantes et de l’économie végétale*. HL Guerin y LF Delatour.

Eggert, D. A. y Kanemoto, N. Y. (1977). Stem Phloem of a Middle Pennsylvanian *Lepidodendron*. *Botanical Gazette*, 138(1). <https://doi.org/10.1086/336903>

Esau, K. (1976). *Anatomía vegetal*. Ediciones Omega.

Foresto, E. y Martín, R. (2020). Acercamientos a la conceptualización de la botánica: Un estudio con ingresantes de Ingeniería Agronómica. *Bio-grafía*, 13(25), 111-123. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num25-1232>

Garrett, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 6(3), 224–230.

Gómez, L. G. (1977). Método de ablandamiento de madera dura muy dura para la obtención de cortes en xilótmo. *Ciencia Forestal*, 59-64.

Hernández, R. A. (2014). Un nuevo enfoque para la enseñanza de Botánica Sistemática en un Profesorado en Biología de la Ciudad de Córdoba. *Revista de educación en biología*, 17(2), 118-121. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v17.n2.22443>

Hershey, D. R. (2005). More misconceptions to avoid when teaching about plants. *American Institute of Biological Sciences*.

Huerta, C. J. (1978). Anatomía de 12 especies de coníferas mexicanas. *Boletín Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales*.

Larson, P. R. (1982). The Concept of Cambium. En P. Baas (Ed), *New Perspectives in Wood Anatomy* (pp. 85-121). Springer Science y Business Media.

Larson P. R. (1994). *The vascular cambium: development and structure*. Springer Series in Wood Science.

Larson, P. R. (2012). *The vascular cambium: development and structure*. Springer Science y Business Media.

- Lundegårdh, H. (1922). Übersicht über die Geschichte der Pflanzenanatomie und der Zellenlehre. En K. Linsbauer (Hg.), *Handbuch der Pflanzenanatomie, I.*
- Mirbel, C. F. B. (2019). *Nouvelles Notes sur le Cambium, Extraites d'un Travail sur la Racine du Dattier.* Forgotten Books.
- Oroño, S. U. y Cafferata, M. T. (2007). La enseñanza de procedimientos en el laboratorio de ciencias de formación docente. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 2(14), 89-103. <https://doi.org/10.18861/cied.2007.2.14.2741>
- Pace, M. R., Lohmann, L. G. y Angyalossy, V. (2009). The rise and evolution of the cambial variant in Bignoniaceae (Bignoniaceae). *Evolution & Development*, 11(5), 465-479. <https://doi.org/10.1111/j.1525-142x.2009.00355.x>
- Porcel, M. C. y Tejero, M. R. G. (1996). La anatomía vegetal como método de identificación en etnobotánica. *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba*, (3), 33-37.
- Pozo, J. I. y Pérez Echeverría, P. (2009). Aprender para comprender y resolver problemas. En J. I. Pozo y P. Pérez Echeverría (Coords.), *Psicología del aprendizaje universitario la formación en competencias* (pp. 31-53). Morata.
- Schweingruber, F. H. y Börner. (2018). *The Plant Stem. A Microscopic Aspect.* Springer International Publishing.
- Spicer, R. y Groover, A. (2010). Evolution of development of vascular cambia and secondary growth. *New Phytologist*, 186(3), 577-592. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03236.x>
- Sterling, C. (1946). Growth and vascular development in the shoot apex of *Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl. III. Cytological aspects of vascularization. *American Journal of Botany*, 33(1), 35-45.
- Suárez Vespa, D. (2019). Maderas nativas y la enseñanza del crecimiento secundario de tallos en bachillerato de ciencias agrarias. *Educación En Ciencias Biológicas*, 4(1), 23-28.
- Swamy, B. G. L. y Krishnamurthy, K. V. (1980). On the origin of vascular cambium in dicotyledonous stems. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences. Section B, Biological Sciences*, 89(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/bf03046116>
- Tortorelli, L. A. (1956) *Maderas y bosques argentinos.* Ediciones ACME. Ciencias Biológicas y Agronómicas.
- Wheeler, E. A., Baas, P. y Gasson, P. E. (Eds.). (1989). Preliminary material. *IAWA Journal*, 10(3), 219-232. <https://doi.org/10.1163/22941932-90000496>
- Willis, K. J. y McElwain, J. C. (2002). *The evolution of plants.* Oxford University Press.