

**USO DE MICROALGAS COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN UN
ENFOQUE DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL PARA PROMOVER LA EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN GRADO 603 DEL I.E.D. GRANCOLOMBIANO**

Jenifer Catherine Lasso Castro

2020110031

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
BOGOTÁ D. C.**

2025

**USO DE MICROALGAS COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN UN
ENFOQUE DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL PARA PROMOVER LA EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN GRADO 603 DEL I.E.D. GRANCOLOMBIANO**

Trabajo de grado para optar el título de Licenciada en Biología

Jenifer Catherine Lasso Castro

Asesora

Heidy Paola Jiménez Medina

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
BOGOTÁ D. C.**

2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
Planteamiento del problema	3
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	8
Justificación	8
Antecedentes	10
Internacionales	10
Nacionales	12
Locales	14
CAPÍTULO II	18
FUNDAMENTOS DISCIPLINARES	18
Microalgas	18
Microalgas como bioindicadores	22
Bioindicadores y su relevancia en la educación ambiental	23
Eutrofización en ecosistemas acuáticos	24
Contaminación acuática y presiones antropogénicas	25
CAPÍTULO III	26
FUNDAMENTO PEDAGÓGICO-DIDÁCTICO	26
Epistemología de la investigación	27
Referentes curriculares de la propuesta de enseñanza	28
Prácticas de laboratorio como herramientas educativas	30
CAPÍTULO IV	32
LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL	32
El papel de la actividad experimental como estrategia pedagógica para la construcción de conocimiento científico escolar	32
La actividad experimental como vía para la construcción de conocimiento científico	36
CAPÍTULO V	40
MARCO CONTEXTUAL	40
Colegio Grancolombiano Institución Educativa Distrital (IED)	40
El Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) Tibanica	43

Población de estudio	44
CAPÍTULO VI	46
PROPUESTA DE ENSEÑANZA	46
 Análisis diagnóstico para el diseño de actividades prácticas de la propuesta de enseñanza	46
 Propuesta de enseñanza	52
 Instrumentos	59
 Discusión de resultados	61
CAPÍTULO VII	74
CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXO	86

Dedicatoria

A mi madre, la primera persona que creyó en mí.

Dedico este triunfo a su amor incondicional y a su eterna confianza.

A mi esposa *Alejandra Lozano*, mi eterna cómplice.

Gracias por ser mi mayor crítica constructiva y, a la vez, mi inspiración constante.

A mis hijos, *Kateryn Sofía Lasso* y *Santiago Lasso*.

Les dedico este logro, con la profunda esperanza de que mi esfuerzo sea una prueba clara de que,

con disciplina y amor, sus propios sueños no tendrán límites.

Agradecimientos

A la maestra *Rocío Pérez*, mi directora de línea. Le extiendo mi profundo reconocimiento por su liderazgo inspirador y por su calidez de los espacios que hicieron de la línea un ambiente acogedor y enriquecedor.

A mi asesora, *Heidy Medina*, por su invaluable disposición para la revisión continua y su apoyo constante que fortaleció la precisión de mi proceso investigativo.

Y con especial gratitud, a todo el cuerpo docente de la Licenciatura en Biología, por su pasión por la ciencia y la riqueza de sus enseñanzas me han proporcionado las bases teóricas y prácticas esenciales. Honro la huella que sus lecciones dejarán en mi ejercicio profesional futuro.

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. *Algunos géneros fitoplanctónicos de algas (p. 263).* **Tomada de:** *Fundamentos de limnología neotropical (2.ª ed.),* G. Roldán y J. Ramírez, 2008.

Imagen 2. *Algunos géneros fitoplanctónicos de algas (p. 264)* **Tomada de:** *Fundamentos de limnología neotropical (2.ª ed.),* G. Roldán y J. Ramírez, 2008.

Imagen 3. *Especies de fitoplancton indicadoras del estado trófico en lagos templados a mediados del verano en América (p. 40).* **Tomada de:** *Calidad del agua en las Américas: Riesgos y oportunidades* (La Red Interamericana de Academias de Ciencias [IANAS], 2019).

Imagen 4. *Estados de eutrofización (p. 37).* **Tomado de:** *Calidad del agua: Salud de los ecosistemas y salud humana,* G. Roldán, en M. E. Flores y N. Hidalgo, (2021).

Imagen 5: *Ubicación del Colegio Grancolombiano I.E.D. y su distancia al Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica.* **Tomado de:** Google Maps 08 de mayo de 2025

Imagen 6. *Ideas previas de los estudiantes frente a los humedales y su deterioro.*

Imagen 7. *Evidencia relación atributos visibles del agua con la viabilidad de la vida. - Registro comparativo de tres muestras de agua. (A, B y C)*

Imagen 8. *Ilustraciones y escritos de los estudiantes sobre la definición de microalgas.*

Imagen 9. *Experimento domiciliario (crecimiento de algas Día 7 / Día 14) actividad no realizada.*

Imagen 10. *Mapa conceptual elaborado por los estudiantes a partir de la lectura sobre el humedal Tibanica y su importancia para la vida.*

Imagen 11. *Dibujos de humedal sano y humedal contaminado, frase fin*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge a partir de la reflexión de espacios académicos de la licenciatura en biología de la UPN, donde la práctica pedagógica y el análisis del contexto escolar convergen en una propuesta de enseñanza sencilla y a la vez exigente: cómo enseñar ciencia de manera situada conectando los contenidos con realidades ambientales próximas. La atención se centra en los humedales urbanos y en particular en el parque ecológico distrital de humedal Tibanica un ecosistema presionado por la expansión urbana, los vertimientos y la pérdida de cobertura vegetal, siendo este escenario cercano a la vida cotidiana del estudiantado permite vincular los saberes del aula como procesos ecológicos reales y al mismo tiempo interpelar la formación científica desde una perspectiva de ciudadanía y de corresponsabilidad ambiental.

Desde esta mirada, las microalgas se asumen como eje articulador por su valor como bioindicadores de calidad del agua y por su potencialidad didáctico para hacer visible lo que suele pasar inadvertido, ya que su comportamiento frente a cambios en nutrientes y oxígeno ofrece una puerta de entrada a nociones claves de eutrofización, equilibrio ecológico y evidencia empírica lo cual habilita experiencias de indagación escolar, que integran: observación, registro, análisis y comunicación de resultados, la propuesta de enseñanza se organiza en torno a una secuencia que combinan tres fases: indagación, desarrollo y valoración, que combinan actividades de aproximación conceptual, trabajo experimental, recursos audiovisuales y registro en bitácora.

La implementación mostró avances en el desarrollo de habilidades científicas escolares y en la apropiación de conceptos de bioindicador junto con límites que orientan mejoras, este documento presenta justificación, marco de referencia, caracterización del contexto escolar y territorial, expone el diseño metodológico, explica a detalle cada actividad desarrollada, discute resultados y

futuras proyecciones de ajuste, con la intención de ofrecer una ruta pedagógica coherente que vincule escuela, ciencia y territorio en torno al humedal Tibanica.

CAPÍTULO I

En este primer capítulo se aborda el planteamiento del problema, la justificación, el objetivo general, los objetivos específicos de esta investigación, así como los antecedentes (internacionales, nacionales y locales). Cada uno orientado a argumentar la pertinencia pedagógica, social y ambiental de la propuesta de enseñanza, a partir de ello, también se formula un objetivo general único que se despliega en objetivos específicos dirigidos a guiar las decisiones didácticas y sustentar la evaluación de resultados, también, se plantea un resumen de los antecedentes en los tres niveles mencionados, destacando las contribuciones, tensiones y vacíos que enmarcan la propuesta.

Planteamiento del problema

Según La Cueva (2006) diversos estudios en didáctica de las ciencias naturales coinciden en que la educación científica en la secundaria no debe limitarse a transmitir datos o definiciones, ya que es crucial que los estudiantes tengan acceso a experiencias formativas que permitan construir un conocimiento significativo sobre el mundo natural que les rodea. Además, es sumamente importante que las escuelas propicien escenarios donde los estudiantes puedan desarrollar habilidades orientadas a la resolución de problemas y la investigación (Pozo, *et al*, 1994), por ello, es necesario fomentar el pensamiento crítico y reflexivo para una mejor comprensión de interacciones entre las acciones humanas y el medio ambiente, aspecto que resalta (Arenas, 2007) como eje central de una educación científica contextualizada.

Esta necesidad también ha sido reconocida por diversas instituciones nacionales e internacionales como el Ministerio de Educación Nacional (MEN), la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que coinciden en la urgencia de renovar los

enfoques educativos tradicionales donde se implementen prácticas de enseñanza incentiven la formación de ciudadanos críticos, comprometidos con la transformación social y ambiental de nuestra sociedad para la construcción de un mundo más justo y sostenible (Gil & Vilches, 2006). Sin embargo, desde una perspectiva analítica, el cumplimiento de estos objetivos se ve comprometido por una serie de dificultades persistentes en la enseñanza de las ciencias naturales. Entre estas, sobresale el modo en que se concibe e integra la actividad experimental dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, situación que surge por diversas razones, que van desde una limitación de índole material asociada a la falta de recursos en el laboratorio, la escasa formación para el uso adecuado de los instrumentos disponibles, hasta la forma en que se diseñan y orientan las experiencias experimentales, lo cual constituye un desafío de orden epistemológico y metodológico.

Según Garzón (2014) las prácticas de laboratorio que comúnmente desarrollan los estudiantes, tanto a nivel nacional como internacional, corresponden a prácticas de tipo verificativo con alto grado de estructuración, similares a las que proponen los manuales de laboratorio de o en los libros de texto, se denominan verificativas porque su propósito central es comprobar hechos, principios, leyes y conceptos previamente tratados en las clases teóricas. Asimismo, se consideran altamente estructuradas en la medida en que se establecen por anticipado tanto el procedimiento experimental (montajes, mediciones y análisis), como las conclusiones que de manera presupuesta deben derivarse del tratamiento de los datos obtenidos (Flores et al., 2009).

Este tipo de prácticas de laboratorio no favorece la articulación significativa entre la dimensión teórica y la dimensión experimental en la construcción del conocimiento científico puesto que rara vez permiten que los estudiantes transiten de la observación empírica hacia una comprensión conceptual fundamentada (Ayala et al., 2011). Incluso como afirman Ferreirós y Ordóñez (2002)

resulta insuficiente promover la comprensión de la relación jerárquica y asimétrica que subyace entre teoría y experimento, en la que, *“la teoría no sólo aparece, sino que orienta y da sentido a la actividad experimental”*. En este sentido Abrahams y Millar (2008) han evidenciado que, durante estas actividades, los estudiantes suelen limitarse a manipular los materiales conforme a las directrices del docente sin llegar a movilizar los conceptos científicos previos para guiar su intervención o analizar críticamente los resultados obtenidos. Tales hallazgos refuerzan la idea de que el conocimiento teórico no “emerge” de manera directa a partir de la experiencia experimental, aun cuando esta sea rigurosamente orientada por el docente. Además, confirma que los procesos formativos en ciencias requieren de un entramado pedagógico donde la teoría y la práctica dialoguen en términos de complementariedad e interdependencia, tal como sostiene Amelines y Romero (2017), así como Koponen y Mäntylä (2006).

También, es frecuente que estos laboratorios no contribuyan al desarrollo de las habilidades necesarias para la resolución de problemas ni para la realización de investigaciones científicas en el contexto escolar dado que la combinación entre una relación rígida entre teoría experimento y seguir métodos excesivamente estructurado similar a una receta con paso a paso sin margen de iniciativa, restringe el desarrollo de habilidades en formulación de preguntas de indagación, anticipación de resultados a partir de saberes previos, generación de hipótesis, diseño de procedimientos y experimentos, construcción de dispositivos, inferencia de relaciones, establecimiento de generalizaciones, evaluación de metodologías y contraste de conclusiones por parte de los estudiantes. En efecto, este tipo de prácticas termina transmitiendo una imagen de las ciencias profundamente reduccionista: una visión teorícista, descontextualizada, rígida, algorítmica, infalible, sin conflicto ni historia, en palabras de Fernández et al. (2005), se configura

así una representación empobrecida y distorsionada de lo que verdaderamente son los procesos y prácticas de la investigación científica.

En este marco, el trabajo experimental con microalgas como bioindicadores de contaminación ofrece un estudio situado que permite observar relaciones entre teoría y fenómeno en contextos reales (humedal Tibanica), fortaleciendo a la vez una educación ambiental que conecta la investigación escolar con una problemática local.

Además, este tipo de prácticas de laboratorio tampoco favorece el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo orientado a comprender las complejas interacciones entre la actividad humana, el medio ambiente, la salud y la calidad de vida, esto se debe, a que estas actividades otorgan un peso desproporcionado a la verificación de las teorías científicas, reduciendo el sentido formativo de la experimentación a una función meramente confirmatoria. A esto se suma el hecho de que la estructuración de estas prácticas suele estar anclada a una lógica de especialización disciplinar que, si bien ha sido decisiva en la consolidación del conocimiento científico, ha evidenciado limitaciones importantes para afrontar problemáticas contemporáneas del mundo natural y social, tales como la alteración del equilibrio ecológico, el deterioro ambiental, las múltiples formas de contaminación y los retos asociados a la salud pública (MEN, 2006). Como lo señala el propio Ministerio de Educación Nacional, estas situaciones exigen enfoques “más transversales, multidimensionales y desde la perspectiva de diversas disciplinas” (2006, p. 102).

El uso de microalgas como bioindicadores integran contenidos de biología y ecología con la comprensión de presiones antropogénicas sobre los ecosistemas acuáticos. Es posible que esta problemática contribuya significativamente a la desmotivación, e incluso al rechazo, que manifiestan numerosos estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, como lo advierten Fernández et al. (2005). Frente a esta situación, resulta indispensable replantear los procesos de

enseñanza mediante el establecimiento de relaciones dinámicas entre los componentes metodológicos, epistemológicos y teóricos de las ciencias, en articulación con la didáctica y la pedagogía, de modo que se aproveche de manera coherente el potencial formativo de la actividad experimental (Flores et al., 2009). Una reconfiguración de este tipo no solo enriquecería la enseñanza de las ciencias, sino que además podría contribuir al desarrollo de competencias para la resolución de problemas, la toma de decisiones y el fortalecimiento del pensamiento crítico, entendido como proceso interdependiente. En esta línea, proporcionar a los estudiantes herramientas que fortalezcan su capacidad para comprender el mundo y practicar activamente en él, constituye como plantean Agustín et al. (2011), un aporte sustancial en la formación de valores orientados hacia una convivencia más justa y consciente. En consecuencia, se vuelve necesario diseñar e implementar propuestas de enseñanza que superen el paradigma transmisivo y promuevan escenarios en los que el estudiante construya activamente su conocimiento.

Pregunta problema

¿De qué manera el diseño, la implementación y la evaluación de una propuesta de enseñanza basada en actividades experimentales con microalgas como bioindicadores de contaminación orienta procesos de construcción de conocimiento escolar en estudiantes de grado 603 del Colegio I.E.D. Grancolombiano?

Objetivo General

Desarrollar una propuesta de enseñanza basada en actividades experimentales con microalgas como bioindicadores de contaminación que oriente procesos de construcción de conocimiento escolar con estudiantes de grado 603 del Colegio I.E.D. Grancolombiano.

Objetivos Específicos

- a. Indagar sobre las microalgas como bioindicadores de contaminación y su relación con el estudio de la calidad del agua del humedal Tibanica.
- b. Diseñar una propuesta de enseñanza basada en actividades experimentales con microalgas como bioindicadores, orientada al desarrollo de habilidades científicas y al reconocimiento del humedal Tibanica.
- c. Evaluar el proceso de implementación de las actividades de enseñanza, con el propósito de ajustarlas.

Justificación

Como licenciada en biología, resulta imprescindible repensar las formas en que se enseña la ciencia en la escuela, especialmente cuando se trata de construir vínculos significativos entre el conocimiento científico, los territorios que habita el estudiantado y los problemas ambientales que enfrentan en su cotidianidad. Esta investigación nace precisamente de la necesidad de fortalecer el diseño de propuestas de enseñanza que más allá de la transmisión de contenidos, permitan a los estudiantes relacionarse activamente con el mundo natural, reconocer su complejidad y desarrollar habilidades científicas para comprenderlo críticamente.

El humedal Tibanica, ubicado en el sur de Bogotá, constituye un ecosistema estratégico y un espacio vivo que, pese a su relevancia ecológica, suele ser invisibilizado en los discursos escolares ya que su deterioro progresivo por causa de la actividad humana (vertimientos), expansión urbana (pérdida de cobertura vegetal) requieren una mirada pedagógica que permita su reconocimiento como un laboratorio natural desde el cual se puede abordar problemáticas ambientales locales de forma situada. En este marco, las microalgas, por su función como indicadores de contaminación

hídrica, ofrecen una oportunidad didáctica poderosa: permiten representar la vida microscópica y con ello, introducir a los estudiantes en el análisis de fenómenos invisibles que inciden directamente sobre la calidad del agua y el equilibrio ecológico de los humedales.

En consecuencia, incorporar microalgas como bioindicadores no solo habilita observaciones empíricas de procesos ecológicos, sino que convierte dichas observaciones en experiencias formativas de educación ambiental, pertinentes para comprender y actuar frente a problemáticas del territorio.

Este proyecto emerge y se desarrolla en la línea de investigación Educación en Ciencias y Formación Ambiental en el grupo de investigación: Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), al proponer una articulación entre el trabajo experimental, el desarrollo de habilidades científicas y el reconocimiento del Humedal Tibanica como objeto de estudio y reflexión. Se parte de la premisa de que el pensamiento crítico y la formación científica escolar no pueden desarrollarse de forma abstracta ni descontextualizada, sino que requieren de propuestas didácticas que integren la dimensión epistemológica de la ciencia con su dimensión ecológica, social y ética. Por ello se construye una propuesta de enseñanza que se sustenta en fuentes referentes curriculares, pedagógicas y ambientales pertinentes, con miras a promover procesos formativos transformadores desde los primeros niveles de la educación básica. En este sentido, el trabajo se proyecta como una oportunidad para repensar el lugar de la ciencia escolar en la formación de sujetos capaces de observar, preguntar, experimentar e interpretar fenómenos naturales a partir de su entorno más próximo. A su vez, representa un ejercicio formativo para el docente investigador en formación que se posiciona no sólo como transmisor de contenido sino como constructor de experiencias de aprendizaje situadas que reconozcan el valor

de lo local, la riqueza de la vida microscópica y la urgencia de una educación científica comprometida con la sostenibilidad y la justicia ambiental.

Antecedentes

Internacionales

El estudio de Yucra y Tapia (2008) sobre *El uso de microalgas como bioindicadoras de contaminación orgánica en Brisas de Oquendo, Callao, Perú*, establece un precedente importante en el uso de estas especies para el monitoreo de la calidad del agua en cuerpos de agua contaminados. Las microalgas, como se documenta en dicho trabajo, son organismos extremadamente sensibles a cambios en los niveles de nutrientes y otros contaminantes en el agua, lo que las convierte en herramientas valiosas para detectar la presencia de compuestos orgánicos y metales pesados.

El estudio encontró que las microalgas dominantes en aguas contaminadas fueron *Chlamydomonas ehrenbergi* y *Euglena viridis*, especies altamente tolerantes a la contaminación orgánica; estas especies florecen en ambientes con altas concentraciones de nutrientes y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, lo que las convierte en bioindicadores ideales en ambientes acuáticos deteriorados. La metodología utilizada en el análisis de la flora algal en el estudio de Yucra y Tapia incluyó la recolección de muestras de sedimentos y la identificación taxonómica de las especies, lo que permitió caracterizar el grado de contaminación orgánica en función de la presencia y abundancia relativa de estas especies.

Este enfoque de investigación permite sentar las bases para el monitoreo ambiental en áreas urbanas afectadas por vertidos industriales y domésticos, como en el humedal El Burro. La similitud entre los problemas de contaminación documentados en Brisas de Oquendo y los que

enfrenta el humedal El Burro, ubicado en una zona periurbana de Bogotá, Colombia, justifica la implementación de estrategias educativas que utilicen a las microalgas como bioindicadores en estudios de campo con estudiantes.

La investigación de Yucra y Tapia (2008) demuestra el potencial de las microalgas como indicadores efectivos de contaminación orgánica, y su aplicación en la educación secundaria puede transformar la forma en que los estudiantes aprenden sobre la ciencia y el medio ambiente, este estudio no solo aporta base sólida para el monitoreo ambiental, sino que también ofrece justificación clara para su inclusión en proyectos educativos que promuevan el desarrollo de habilidades científicas y la conciencia ambiental en los estudiantes.

El documento de Hernández-Pérez & Labbé (2014) sobre *microalgas, cultivo y beneficios* revisa los beneficios y capacidades de las microalgas en varios contextos, con énfasis en su capacidad para la fitorremediación, que consiste en la eliminación o biotransformación de contaminantes en medios líquidos o gaseosos. Este proceso permite la captura de contaminantes por parte de la biomasa de las microalgas, lo que las convierte en una herramienta valiosa tanto para el tratamiento de aguas residuales como para la producción de biomasa con fines comerciales, dependiendo de las especies y las condiciones del cultivo.

El texto destaca que las microalgas tienen múltiples aplicaciones, desde la producción de biocombustibles, compuestos orgánicos y alimentación animal, hasta usos en la industria alimentaria, de la salud y de la cosmética; la capacidad de las microalgas para absorber nutrientes y contaminantes, como nitrógeno, fósforo y metales pesados, las convierte en bioindicadores y en una opción eco-amigable para el tratamiento de aguas contaminadas y la reducción de CO₂. Además, la recolección de la biomasa derivada de las microalgas es uno de los aspectos más

complejos y costosos del proceso de cultivo, por lo que se están desarrollando nuevas técnicas para mejorar su eficiencia.

Nacionales

El documento titulado "*Microalgas: Indicadores Ambientales de Calidad de Agua del Humedal Torca*" resalta la importancia de las microalgas como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua en ecosistemas acuáticos, como humedales, ríos y lagunas. Este estudio identifica diversos géneros de microalgas presentes en el humedal de Torca, Bogotá, y los asocia con procesos de eutrofización y contaminación hídrica; las microalgas como Phacus, Euglena y las diatomeas se mencionan como indicadores clave de la contaminación, dependiendo de las condiciones de oxigenación y la presencia de nutrientes.

La importancia de las microalgas radica en su capacidad de reflejar las variaciones en la calidad del agua debido a su sensibilidad a los cambios en los niveles de nutrientes y oxígeno. En este contexto, se confirma su utilidad como herramientas biológicas para monitorear la contaminación, lo que también refuerza su papel en estudios ambientales que buscan gestionar la contaminación de los recursos hídricos.

Por otra parte, en el 2017, Sarmiento aborda en su trabajo de grado titulado *Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y santo Tomás*, el uso de las microalgas como bioindicadores para el monitoreo de la calidad del agua y el estado trófico en estos cuerpos de agua, ubicados en el departamento del Atlántico, Colombia, el estudio se centra en la evaluación de la respuesta de las microalgas a diferentes condiciones ambientales, especialmente en relación con la presencia de nutrientes y contaminantes en los ecosistemas acuáticos. Las microalgas actúan como indicadores biológicos, reflejando de manera precisa las

alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua, para este estudio se empleó el Índice Biótico como metodología principal, adaptado para evaluar la relación entre las comunidades de microalgas y las condiciones fisicoquímicas del agua.

La importancia que el texto otorga a las microalgas radica en su sensibilidad a los cambios en la composición del agua, lo que las convierte en una herramienta invaluable para la evaluación ambiental. A diferencia de los métodos fisicoquímicos tradicionales, las microalgas permiten realizar un seguimiento más prolongado y detallado de la calidad del agua, ya que reaccionan de manera rápida a variaciones en los niveles de nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, que pueden provocar fenómenos de eutrofización. Esta capacidad de las microalgas para actuar como bioindicadores resulta esencial en la detección temprana de problemas ambientales, facilitando la implementación de medidas de conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos.

Finalmente, en el contexto nacional, el artículo de investigación titulado *Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña* (García, Sarmiento, Salvador & Porras, 2017) se centra en el uso de diversos bioindicadores para evaluar la calidad del agua en ecosistemas fluviales, particularmente en los ríos de alta montaña. En este contexto, se destaca la importancia de organismos como macroinvertebrados, peces, macrófitos, algas y perifiton. Estos organismos, por sus características biológicas y su sensibilidad a cambios ambientales, convirtiéndolas en herramientas clave para la evaluación de la contaminación y la salud ecológica de estos cuerpos de agua.

El uso de microalgas, específicamente son capaces de reflejar variaciones fisicoquímicas en el agua pues entre las microalgas, las diatomeas son consideradas excelentes bioindicadores debido a su alta sensibilidad a las variaciones en la calidad del agua, lo que las convierte en organismos eficaces para el monitoreo de ecosistemas acuáticos. Además, el perifiton, que incluye microalgas

adheridas a superficies sumergidas, permite una evaluación más detallada de la presencia de contaminantes en ríos de alta montaña, proporcionando un diagnóstico claro y preciso del estado ecológico de estos ecosistemas.

Locales

Muñoz en el 2018, en su trabajo de grado *Diseño de un material educativo para la enseñanza de los flujos de materia, energía e información en los sistemas acuáticos a partir de los cultivos de microalgas* examina la implementación de un material educativo basado en el uso de microalgas como herramienta para facilitar la enseñanza de conceptos relacionados con los flujos de materia, energía e información en sistemas acuáticos. El enfoque del estudio es utilizar cultivos de microalgas en un diseño experimental que permita a los estudiantes observar directamente los procesos ecológicos, favoreciendo así una comprensión más profunda y significativa de estos, todo esto desde un eje articulador centrado en cultivos de microalgas.

El texto resalta que las microalgas son organismos fundamentales en los ecosistemas acuáticos debido a su participación en el ciclo de nutrientes y su capacidad de reflejar cambios en la calidad del agua convirtiéndolas en excelentes indicadores biológicos y en sujetos de estudio idóneos para la enseñanza de la ecología y la biología acuática. A través de su uso en actividades experimentales, los estudiantes pueden desarrollar habilidades científicas clave, como la observación sistemática, la recolección e interpretación de datos, y el análisis crítico de los resultados obtenidos.

El documento resalta la relevancia de incorporar la experimentación y la observación directa como enfoque clave en los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente en la formación de maestros de biología en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. A través del estudio de microalgas, los futuros docentes tienen la oportunidad de interactuar con fenómenos ecológicos

reales, lo que fortalece la conexión entre la teoría y la práctica. Esta metodología no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también impulsa el pensamiento crítico y el desarrollo de una conciencia ambiental en los estudiantes, este enfoque de poner énfasis en la participación de los estudiantes busca que los futuros docentes adopten un rol central en el proceso de descubrimiento científico, promoviendo la enseñanza de la biología desde una perspectiva más práctica y contextualizada.

Por otra parte, el trabajo de grado, realizado por Rivera en 2017, titulado *Prácticas experimentales de laboratorio con microalgas: enseñar conceptos biológicos a maestros de biología en formación a partir de la ficoteca* presenta un análisis sobre el valor pedagógico del uso de microalgas en la enseñanza de la biología, particularmente dirigido a la formación de docentes en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Las microalgas se posicionan como organismos modelo en el ámbito educativo debido a su papel ecológico como bioindicadores y su relevancia en los ecosistemas acuáticos; desde el punto de vista científico, estas ofrecen una representación tangible de conceptos fundamentales, como la estructura celular, los ciclos de nutrientes, y la fotosíntesis, lo que facilita la comprensión de fenómenos biológicos y ecológicos complejos.

En continuidad con esta perspectiva, Delgadillo, Góngora y Medellín (2009) proponen la reestructuración de la colección de microalgas de la Ficoteca de la Universidad Pedagógica Nacional, esto como una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos biológicos en el Departamento de Biológica, donde a partir de un diagnóstico aplicado a estudiantes y docentes, los autores diseñan y validan materiales educativos en la cual se usa cómo guía ilustrada o como cartilla de métodos, micropreparados y una galería fotográfica, que transforman la colección en un recurso pedagógico accesible para el trabajo de aula, más allá de su función como archivo taxonómico. Todo esto abordado desde el principio de que manipular es

aprender, por lo cual la propuesta de ellos resalta la importancia de la participación activa de los estudiantes en prácticas de laboratorio que articulen contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, mostrando así el potencial de las colecciones biológicas para dinamizar procesos de enseñanza y aprendizaje significativo en torno a las microalgas.

El texto enfatiza la relevancia de las prácticas experimentales en la formación docente, destacando que la interacción directa con microalgas en entornos controlados permite a los estudiantes futuros maestros adquirir no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades prácticas para aplicar en su futura labor pedagógica. Este enfoque metodológico fortalece la relación entre la teoría y la práctica, impulsando un aprendizaje significativo y la capacidad de análisis crítico en los docentes en formación.

Al utilizar la Ficoteca del Departamento de Biología como recurso para el cultivo y estudio de las microalgas, los estudiantes pueden desarrollar competencias científicas esenciales, como la observación sistemática, el manejo experimental y la interpretación de datos biológicos. Esto permite que los futuros maestros no sólo comprendan los procesos biológicos de manera profunda, sino que también sean capaces de diseñar y ejecutar actividades experimentales en sus futuras aulas, promoviendo un aprendizaje activo y participativo entre sus propios estudiantes.

Finalmente, en el ámbito de la educación básica primaria Parra Rivera (2017) construye un recurso educativo para la enseñanza de las microalgas orientado a estudiantes de grado cuarto del Instituto Pedagógico Nacional; a partir del cultivo de *Chlorella* sp. y *Scenedesmus* sp., y mediante un enfoque de investigación mixto, la autora diseña la *Cartilla conociendo el mundo microscópico*, en la que se integran actividades de laboratorio relacionadas con el uso del microscopio, la observación de la vida unicelular y la comprensión de funciones vitales de estos organismos. Los resultados obtenidos a través de instrumentos aplicados antes y después de la intervención

evidencian que el trabajo con microalgas favorece tanto la apropiación de contenidos biológicos vinculados a la vida microscópica como el desarrollo de actitudes procedimentales, asociadas al manejo cuidadoso de los instrumentos, y actitudinales, relacionadas con la participación y la escucha activa en clase, consolidando una secuencia de actividades que aproxima el mundo microscópico al contexto escolar de la básica primaria.

Esta propuesta constituye una secuencia didáctica escolar que demuestra la viabilidad de integrar las microalgas al currículo de ciencias mediante actividades experimentales significativas. Su enfoque permite establecer un hilo conductor con la presente investigación, en tanto evidencia que el trabajo con organismos microscópicos puede favorecer la comprensión de fenómenos ecológicos y consolidar prácticas de aula situadas en el contexto local.

Con base en la recopilación de los antecedentes documentales revisados, se puede concluir que estos aportan un conjunto de fundamentos clave para el desarrollo de la investigación sobre la enseñanza de las microalgas como bioindicadores en el humedal Tibanica. Cada documento examinado aborda aspectos complementarios que refuerzan tanto el enfoque científico como el pedagógico de la propuesta; los estudios destacan el papel de las microalgas en la evaluación de la calidad del agua y su eficacia en el monitoreo ambiental, así como su valor educativo en la formación de competencias científicas en estudiantes y futuros docentes; estos antecedentes consolidan una base sólida que vincula la teoría ecológica con la práctica pedagógica, subrayando la importancia de utilizar las microalgas como herramientas científicas y como recurso educativo innovador para conservar los ecosistemas acuáticos.

Así, los antecedentes no solo amplían el panorama sobre el uso pedagógico de las microalgas, sino que también permiten situar la presente propuesta dentro de un campo en construcción que articula la experimentación, la contextualización ambiental y la formación científica escolar.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS DISCIPLINARES

Tras el análisis realizado en el capítulo anterior, donde se argumentó la necesidad de vincular lo pedagógico con lo ambiental es necesario profundizar en los fundamentos disciplinares que respaldan esta propuesta. Comprender el papel de las microalgas como bioindicadores, así como el sentido formativo en la educación ambiental y los procesos de eutrofización y contaminación acuática asociados a presiones antropogénicas, no solo reafirma la consistencia científica del trabajo, sino que proporciona un enfoque formativo que promueve la construcción de saberes significativos en contextos reales como el humedal Tibanica.

Microalgas

Las algas son organismos fotosintéticos, unicelulares o multicelulares, que habitan una amplia variedad de ambientes acuáticos (océanos, ríos, lagos, lagunas, quebradas, humedales, embalses, aguas continentales, zonas costeras) ya sea como parte del plancton o adheridas a distintos sustratos (rocas, suelos, corales) tanto en aguas dulces como saladas. Su adaptación a condiciones de variaciones de luz, temperatura y disponibilidad de nutrientes les ha permitido sostener funciones centrales en la producción de oxígeno y materia orgánica, siendo la base de muchas cadenas tróficas y convirtiéndolas en organismos clave para el equilibrio ecosistémico (Curtis et al., 2000).

“Desde una perspectiva funcional, cada alga sea una célula individual o un conjunto de células, constituye un organismo independiente que requiere únicamente luz, dióxido de carbono y minerales disueltos en el agua para sobrevivir y reproducirse” (Curtis et al., 2000, p. 481).

En cuanto a sus generalidades, las algas se agrupan en diversas divisiones con características morfológicas y ecológicas compartidas, lo que les permite reconocer patrones de adaptación (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008, pp. 262–264)

- **Las Chlorophyta.** Conocidas como algas verdes son eucariotas con clorofilas a y b y reserva de almidón en los pirenoides, prosperan en una amplia gama de condiciones ambientales donde predominan en aguas dulces, aunque también en ambientes marinos y su organización es diversa: incluye formas unicelulares, coloniales y filamentosas; en agua dulce son frecuentes colonias en matrices mucilaginosas, como las de *Volvox*, *Dictyosphaerium* y *Eudorina*.

- **Las Chrysophyta.** Conocidas como algas doradas poseen clorofilas a y c, además de carotenos y xantofilas que aportan tonalidades amarillentas o pardas, suelen encontrarse en aguas dulces con baja disponibilidad de nutrientes (ambientes oligotróficos), razón por la que géneros como *Dinobryon* se utilizan como indicadores de aguas pobres en nutrientes. En esta división se incluyen tres clases principales: las crisofíceas, las bacilariofíceas (diatomeas) y las xantofíceas.

- **Las Euglenophyta.** Reúne eucariotas flageladas, la mayoría con dos flagelos de diferentes tamaños y contienen clorofilas a y b, además de betacarotenos y xantofilas; almacenan paramilón en gránulos citoplasmáticos. Predominan en aguas dulces con alta concentración de materia orgánica (charcas y lagunas) y se reproducen de forma asexual por fisión binaria longitudinal.

- **Las Cryptophyta.** Son organismos unicelulares con dos flagelos desiguales y células comprimidas dorsoventralmente, no forman colonias y utilizan almidón almacenado en los pirenoides como sustancia de reserva. Sus cloroplastos presentan una notable variación de colores

del verde hasta tonos pardos, rojos o verdeazules por la combinación de pigmentos como clorofilas a y c, carotenos, ficocianina y ficoeritrina; la reproducción es asexual por fisión binaria longitudinal.

- **Las Pyrrophyta.** (Frecuentemente referidas a dinoflageladas) son generalmente unicelulares y autótrofas; presentan pigmentos como clorofila a y c y diversos carotenoides, su rasgo distintivo es la presencia de dos flagelos: uno longitudinal en el surco denominada sulco, y otro transversal en el cingulo, lo que les permite moverse hacia adelante como girar; se reproducen de manera asexual por fisión binaria y en algunos casos de forma sexual mediante gametos.

- **Las Cyanophyta.** (Cianoprocariota) son organismos procariotas muy antiguos presentes desde el Precámbrico, contienen clorofila a, carotenoides y ficobiliproteínas como la ficocianina y ficoeritrina lo que les da una amplia gama de colores, se distribuyen ampliamente en ecosistemas acuáticos dulces y marinos (con mayor presencia en agua dulce) adoptan formas unicelulares y filamentosas. Se reproducen asexualmente mediante hormogonios, esporas o acinetos; muchas fijan nitrógeno atmosférico gracias a células especializadas llamadas heterocistos y algunas producen toxinas que afectan a otros organismos acuáticos, fauna y seres.

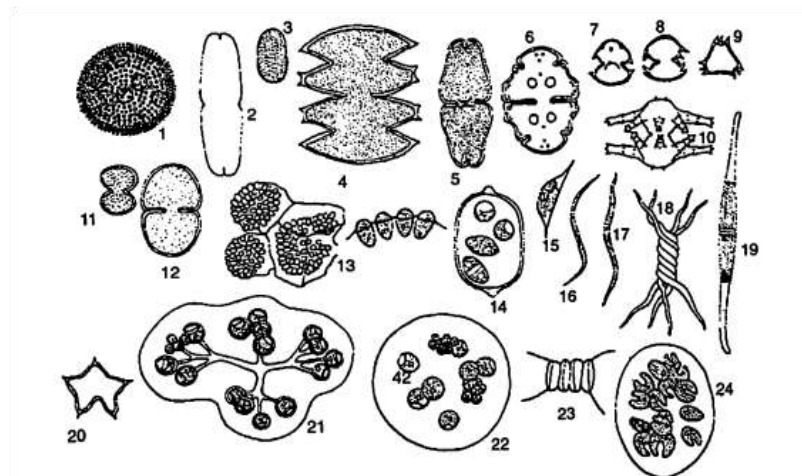


Figura 14.2 Algunos géneros fitoplanctónicos de algas. 1. *Volvox*; 2. *Tetmemorus*; 3. *Penium*; 4. *Micrasterias laticeps*; 5, 6. *Euastrum*; 7. *Staurodesmus dickiei*; 8. *Staurastrum trifidum* (vista apical); 9. *Staurastrum trifidum*; 10. *Staurastrum rotula*; 11 y 12. *Cosmarium*; 13. *Botryococcus braunii*; 14. *Oocystis*; 15. *Keratococcus*; 16 y 17. *Ankistrodesmus falcatus*; 18. *A. spiralis*; 19. *Closterium setaceum*; 20. *Tetraedron caudatum*; 21. *Dityosphaerium pulchellum*; 22. *Sphaerocystis Schroeteri*; 23. *Scenedesmus quadricauda*; 24. *Kirchneriella lunaris*.

Imagen 1. Algunos géneros fitoplanctónicos de algas (p. 263). **Fuente:** *Fundamentos de limnología neotropical* (2.^a ed.), G. Roldán y J. Ramírez, 2008.

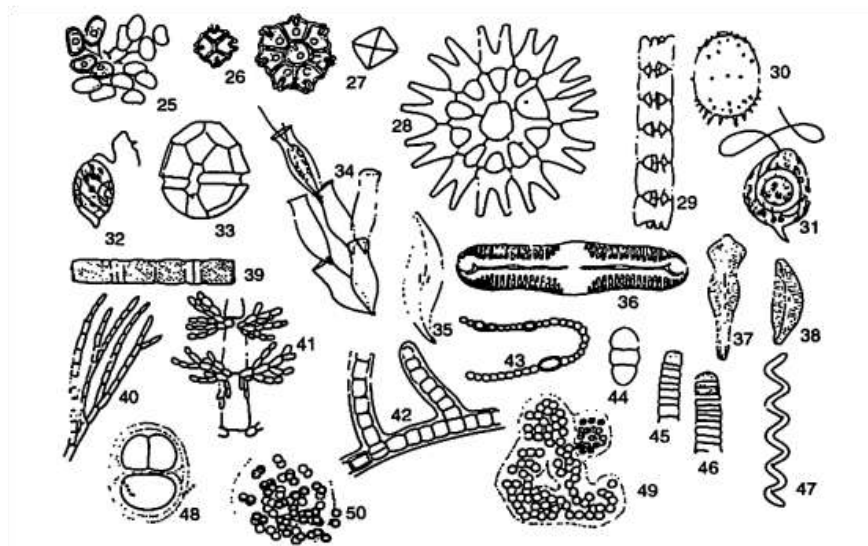


Figura 14.2 (continuación)
 25. *Dimorphococcus lunatus*; 26. *Pediastrum tetras*; 27. *Crucigenia tetrapedia*; 28. *P. duplex*; 29. *Desmidiium baileyi*; 30. *Trachelomonas superba*; 31. *Phacus*; 32. *Lepocinclis*; 33. *Peridinium*; 34. *Dinobryon*; 35. *Pleurosigma*; 36. *Pinnularia*; 37. *Gomphonema*; 38. *Pleurosigma*; 39. *Aulacoseira*; 40. *Audouinella*; 41. *Batrachospermum*; 42. *Hapalosiphon*; 43. *Anabaena*; 44. *Borzia*; 45, 46. *Oscillatoria*; 47. *Spirulina*; 48. *Chroococcus turgidus*; 49. *Microcystis aeruginosa*; 50. *Aphanocapsa*.

Imagen 2. Algunos géneros fitoplanctónicos de algas (p. 264). **Fuente:** *Fundamentos de limnología neotropical* (2.^a ed.), G. Roldán y J. Ramírez, 2008.

Microalgas como bioindicadores

Las microalgas conforman comunidades fotosintéticas cuya dinámica poblacional y abundancia responde rápidamente a variaciones fisicoquímicas del agua ya que su sensibilidad a variaciones en nutrientes y contaminantes permite detectar alteraciones ambientales con eficiencia y a bajo costo, lo que las vuelve indicadores biológicos (Parmar et al., 2016). Además de modificar su abundancia relativa, ciertas especies retienen en su biomasa compuestos disueltos como los metales, de modo que su análisis ofrece una lectura del estado de salud de los ecosistemas acuáticos a partir de lo que acumulan (Vitola Romero et al., 2022).

En la evaluación de la calidad del agua, el fitoplancton actúa como indicador confiable del estado trófico de los ecosistemas, cuando el sistema mantiene concentraciones bajas de nitrógeno y fósforo (oligotrofia) suelen predominar las crisofíceas, dinofíceas y bacilariofíceas; en cambio con el aumento de la disponibilidad de nutrientes (condiciones eutróficas) se vuelven más frecuentes las cianofíceas, clorofíceas y euglenofíceas. Este contraste permite evaluar con mayor precisión los cambios en los ecosistemas acuáticos y sustentan su uso en el monitoreo ecológico (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008, pp. 266–268).

Este gradiente se observa también en inventarios regionales, como se aprecia en la Figura 3, para lagos templados a mitad del verano en América se observa una sucesión desde conjuntos dominados por diatomeas y algunas algas verdes típicas de aguas con baja disponibilidad de nutrientes hacia comunidades con mayor presencia de cianobacterias cuando la carga nutritiva es alta (InterAcademy Partnership, 2021, p. 40).

Tipo de lago	Algas indicadoras
Oligotrófico	Diatomeas: <i>Cyclotella comensis</i> , <i>Rhizosolenia</i> spp.
	Algas verdes: <i>Staurodesmus</i> spp.
Mesotrófico	Diatomeas: <i>Tabellaria flocculosa</i>
	Crisofitas: <i>Dynobryon divergens</i> , <i>Mallomonas caudata</i>
	Algas verdes: <i>Sphaerocystis Schroeteri</i> , <i>Dyctiosphaerium elegans</i> , <i>Cosmarium</i> spp., <i>Staurastrum</i> spp.
	Dinoflagelados: <i>Ceratium hirundinella</i>
	Cianobacterias: <i>Gomphosphaeria</i> spp.
Eutrófico	Diatomeas: <i>Aulacoseira</i> spp., <i>Stephanodiscus rotula</i>
	Algas verdes: <i>Eudorina</i> spp., <i>Pandorina morum</i> , <i>Volvox</i> spp.
	Cianobacterias: <i>Anabaena</i> spp., <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i>
Hipereutrófico	Diatomeas: <i>Stephanodiscus hantzschii</i>
	Algas verdes: <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Ankistrodesmus</i> spp., <i>Pediastrum</i> spp. Cianobacterias: <i>Aphanocapsa</i> spp., <i>Aphanothece</i> spp., <i>Synechococcus</i> spp.

Imagen 3. Especies de fitoplancton indicadoras del estado trófico en lagos templados a mediados del verano en América (p. 40). Tomada de: *Calidad del agua en las Américas: Riesgos y oportunidades* (La Red Interamericana de Academias de Ciencias [IANAS], 2019).

Bioindicadores y su relevancia en la educación ambiental

El uso de bioindicadores en la educación ambiental facilita la comprensión práctica de problemas ecológicos, pues posibilita que los estudiantes observen directamente cómo los cambios en el entorno afectan a los organismos vivos. Según Navarro-Pérez y Tidball (2012), la incorporación de bioindicadores en programas educativos promueve la conciencia ambiental y el pensamiento crítico, al involucrar a los estudiantes en actividades de monitoreo y análisis de ecosistemas cercanos.

El trabajo con organismos que poseen características biológicas específicas y hábitats definidos brinda información sobre las condiciones de un ecosistema o las tendencias de la calidad del agua; sin embargo, esto no es netamente naturalista y no compromete sólo a la biología, pues articula diferentes saberes de la bioquímica, la biofísica, y lo socioambiental. Así, la bioindicación opera a la vez como técnica y como un ejercicio de indagación científica escolar que sitúa a los estudiantes ante problemas reales, les exige construir criterios de análisis y les permite acceder de

manera operativa al concepto de bioindicación para el fortalecimiento de la calidad ambiental (Muñoz-Meneses et al., 2023)

Eutrofización en ecosistemas acuáticos

La eutrofización es el enriquecimiento excesivo de nutrientes en cuerpos de agua, principalmente nitrógeno y fósforo, que provoca un crecimiento desmedido de algas y plantas acuáticas. Este fenómeno reduce la calidad del agua y causa hipoxia, provocando la mortandad masiva de peces, Smith & Schindler (2009) destacan que este proceso es una de las principales problemáticas ambientales de los ecosistemas acuáticos, afectando significativamente sus funciones y servicios. La eutrofización es consecuencia de alteraciones procedentes de actividades agrícolas, de aguas residuales domésticas, de actividades industriales, la deforestación, mineras y petroleras; lo cual favorecen condiciones en las que proliferan cianobacterias y liberación de cianotoxinas, lo que hace que los gradientes de oxígeno disminuyan hacia el fondo y cambios en las formas inorgánicas del nitrógeno, indicadoras de señales de un sistema alterado (Roldán, 2021).

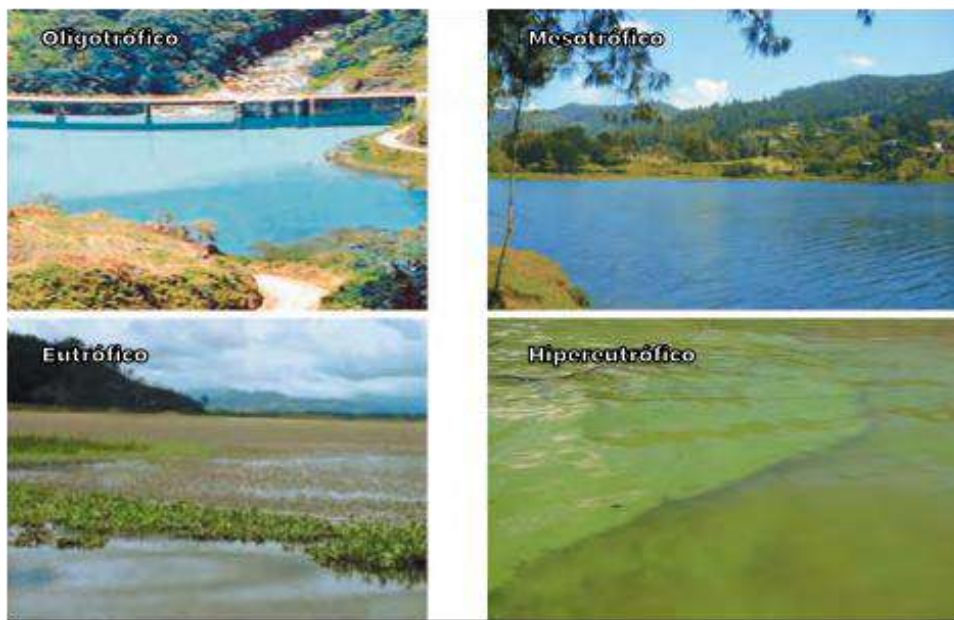


Imagen 4. Estados de eutrofización (p. 37). Fuente: *Calidad del agua: Salud de los ecosistemas y salud humana*, G. Roldán, en M. E. Flores y N. Hidalgo, (2021).

La eutrofización se manifiesta a través de un gradiente que va desde aguas oligotróficas claras y con pocos nutrientes hasta las mesotrófica, donde se pueden notar indicios de color verde estacional. Luego, se llega a las aguas eutróficas, que presentan una mayor biomasa vegetal visible, y finalmente se alcanza el estado hipereutrófico, que se caracteriza por grandes extensiones cubiertas de mantos verdes que evidencian una eutrofización severa o fuera de control (Roldán, 2021).

Contaminación acuática y presiones antropogénicas

La contaminación en cuerpos de agua, especialmente en áreas urbanas, es resultado de actividades antropogénicas como la agricultura y la industria, que incrementan la carga de nutrientes y contaminantes en los ecosistemas acuáticos. De acuerdo con Smith & Schindler (2009) la urbanización y las prácticas industriales contribuyen significativamente a la eutrofización y a la pérdida de biodiversidad en estos entornos.

Además de esa carga de nutrientes, en los humedales la intervención humana modifica la hidrología y rompe la conectividad que sostiene sus funciones depuradoras. La Convención de Ramsar (2018) documenta presiones directas como el drenaje y la conversión de tierras, la instalación de infraestructuras, la extracción de agua, la contaminación y la introducción de especies invasoras, todas ellas capaces de alterar la cantidad y el régimen del agua incluida la frecuencia de inundaciones y sequías, deterioran los servicios ecosistémicos del humedal.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO PEDAGÓGICO-DIDÁCTICO

La organización del capítulo se fundamenta en un enfoque constructivista del aprendizaje, que orienta la selección de las actividades propuestas no solo desde el marco de lo pedagógico, sino que procura que las estrategias estén en consonancia con los niveles de complejidad cognitiva propios de los estudiantes de grado sexto 603 (ciclo 3), respetando las particularidades de su etapa formativa.

A partir de lo anterior, resulta imprescindible reconocer que “el aprendizaje requiere de la participación activa y constructiva del estudiante” (Vosniadou, 2006) esta afirmación, implica que el sujeto debe asumir un rol protagónico de su propio proceso formativo, tomando decisiones conscientes sobre qué aprender y de qué manera hacerlo. La labor del docente adquiere un carácter mediador orientado a facilitar la comprensión y apropiación de nuevos saberes mediante el estímulo de la curiosidad y la exploración, y es responsabilidad del mismo diseñar ambientes de aprendizaje que resulten desafiantes y significativos que eviten dinámicas que conduzcan a una actitud pasiva y desmotivada.

De igual modo, resulta esencial comprender que “el aprendizaje debe concebirse ante todo como una actividad de naturaleza social” (Vosniadou, 2006) en este sentido, una atmósfera de colaboración no solo propicia interacciones estimulantes que involucran activamente al estudiante en el desarrollo de sus tareas académicas lo que se refleja directamente en mejores desempeños académicos y en una mayor apropiación del contenido, sino que también favorece la consolidación de competencias fundamentales como el liderazgo, la comunicación asertiva y la toma compartida

de decisiones. Dichas habilidades emergen gracias a la interdependencia positiva que se cultiva cuando cada integrante de un equipo se percibe a sí mismo y a sus compañeros como una unidad cohesionada donde los logros y errores son asumidos colectivamente, reforzando el sentido de responsabilidad solidaria (Gil & Alcover, 2005). En este escenario, el rol del maestro se redefine como el de un mediador estratégico que observa, acompaña e interviene cuando es necesario, orientando a los grupos en la búsqueda de información o en la identificación de alternativas pertinentes para avanzar en sus procesos (De la Cruz, 2010). Este principio constructivista se materializa en la presente propuesta de enseñanza mediante la organización de actividades que promuevan el trabajo colaborativo, donde los grupos de estudiantes interactúan en un ambiente de aula diseñado intencionalmente para favorecer el intercambio de recursos, perspectivas, tanto entre ellos como con la docente. Así, se configura un espacio educativo en el que el conocimiento se construye de forma colectiva y el diálogo se convierte en un eje articulador del aprendizaje.

Por otra parte, según el *Informe Nacional de Resultados de las pruebas Saber 3°, 5°, 7° y 9° aplicación 2023* (ICFES, 2024, pp. 45-46-67), proporciona datos de los bajos resultados nacionales en competencias en ciencias para grado 5°, el promedio nacional pasó de 400 (2022) a 382 (2023), y para 7°, se hallan promedios según el nivel socioeconómico (NSE 1 y 2: 380 y 394; sector oficial: 392), constituyen un indicador claro de las brechas existentes de desigualdad y rezagos en el desarrollo de competencias en esta área.

Epistemología de la investigación

Esta investigación se desarrolla bajo el paradigma hermenéutico interpretativo, ya que comprende la educación como un proceso de construcción de sentido y reflexión de la experiencia vivida en la cotidianidad, asumiendo la diferencia entre fenómenos sociales y naturales para comprender

mejor las relaciones que configuran las prácticas formativas, el interés se centra en cómo dichos sentidos se tejen. En vez de formular leyes generales, este enfoque se ocupa de comprender los significados que los participantes atribuyen a sus prácticas, las razones que orientan su actuar y la manera en que esos sentidos se configuran en su contexto (Hernández Maldonado, 2023).

Metodológicamente este enfoque cualitativo integra al estudiante con sus preconcepciones en un proceso de lectura y relectura que avanza entre las partes y el todo, y que se organiza mediante cuatro movimientos de intelección: horizonte (mirada holística), circularidad (ida y vuelta que abre nuevos sentidos), diálogo (apertura al otro y al texto) y mediación (inscripción histórica y social del sentido). La hermenéutica incorpora explícitamente la doble condición del intérprete (sujeto situado y lector) para reconstruir de forma rigurosa y reflexiva los significados que emergen en las prácticas educativas (Cárcamo, 2005).

Referentes curriculares de la propuesta de enseñanza

Esta propuesta se fundamenta en los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN) que establecen el marco orientador para la organización de los procesos educativos en las instituciones del país. En la enseñanza de las ciencias naturales se concibe como un medio para formar ciudadanos críticos, capaces de comprender su entorno y de actuar responsablemente frente a los problemas ambientales y sociales que los afectan; bajo esa idea, el aprendizaje científico se entiende como un proceso que articula observación, indagación y explicación, y que invita a posicionar al estudiante frente a situaciones reales en las que sus decisiones y acciones tienen impacto (MEN, 2006, p. 3).

A partir de esta perspectiva, el MEN define aprendizajes mínimos para cada nivel escolar en las áreas obligatorias y fundamentales, plasmados principalmente en los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Conviene precisar que el

documento de Lineamientos Curriculares también ofrece apoyos y orientaciones generales para el diseño del currículo en las escuelas, si bien no se inscribe estrictamente en el enfoque de enseñanza y aprendizaje por competencias.

Para la organización de esta propuesta se retoma en primer lugar, la orientación de los lineamientos curriculares que subrayan la necesidad de promover en los estudiantes el establecimiento de encadenamientos causa–efecto mediante actividades escolares situadas. Este tipo de pensamiento es clave para la explicación científica, se usa aquí en torno al estudio de las microalgas como bioindicadores: se analizan las relaciones entre vertimientos y aportes de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y los procesos de eutrofización, el incremento de la biomasa algal y la consecuente disminución del oxígeno disuelto; se examina cómo estos cambios impactan la biodiversidad acuática y la calidad del agua en Humedales urbanos como Tibanica; y se integra la observación microscópica con el registro de variables del entorno para construir explicaciones sobre la presencia de géneros tolerantes a la contaminación y sus variaciones temporales. De este modo, las actividades proponen cadenas causales en los ámbitos natural y social desde prácticas domésticas e industriales que deterioran los cuerpos de agua, hasta decisiones escolares y comunitarias orientadas a su mitigación, favoreciendo que los estudiantes transiten de la constatación empírica a la elaboración de modelos explicativos y a la identificación de acciones individuales y colectivas con efectos positivos y verificables en el entorno del individuo.

En segundo lugar, se retoman de los Estándares Básicos para los grados 6° y 7° aquellas competencias que dan soporte al propósito de esta propuesta y el sentido de las actividades: analizar las causas y consecuencias de la contaminación del agua, establecer relaciones entre los cambios de los ecosistemas y las actividades humanas que los afectan, esto con el fin de promover acciones de cuidado del entorno acordes con la educación crítica, ética, respetuosa de la diversidad

y comprometida con el ambiente (MEN, 2006, p. 6), la propuesta busca fortalecer dichas competencias situando al estudiante ante problemas de su contexto escolar y a promover la responsabilidad ambiental reflexiva sobre su localidad. Se trabaja desde el entorno vivo con las condiciones del agua que modulan su equilibrio: luz, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y aportes de nutrientes para explicar, de forma cualitativa, relaciones causa-efecto observables en el comportamiento de las microalgas como bioindicadores, también la aproximación al conocimiento como científico-a natural en actividades de aula, el estudiante analiza las microalgas como indicadores a partir de materiales de referencia y conjuntos de datos como imágenes, fichas, tablas, fórmulas de preguntas, ensayo de explicaciones provisionales, identificación de variables como (nutrientes, luz) que inciden en su presencia y variación para interpretar con evidencias la calidad del agua del Humedal y orientar acciones de cuidado (MEN, 2006, pp. 18-19).

Prácticas de laboratorio como herramientas educativas

Las prácticas de laboratorio que involucran bioindicadores, como las microalgas, son esenciales para desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. El aprendizaje a través de la experimentación permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas, mejorando su comprensión y su capacidad para resolver problemas ambientales. Monroe et al. (2017) señalan que las experiencias prácticas en educación ambiental fomentan actitudes proambientales y una mayor responsabilidad hacia el medio ambiente.

En el aula, las prácticas con bioindicadores, por ejemplo, el aislamiento y la observación de microalgas y cianobacterias de muestras locales; acercan a los estudiantes al método científico y traducen los contenidos de educación ambiental en habilidades concretas de observación, registro, y análisis. (Chicaiza Ortiz et al. 2022) reúnen protocolos replicables de biotecnología ambiental

que incluyen el aislamiento de microalgas a partir del agua y el suelo, con fundamentación teórica y guía paso a paso, donde muestran la utilidad de este como recurso educativo para estudiantes y docentes.

CAPÍTULO IV

LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

A lo largo de décadas, la actividad experimental ha sido un pilar tanto en la construcción de conocimiento científico como en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el aula (Carracosa et al., 2006). Su sentido y su modo de implementación dependen de la finalidad que se persigue y del significado que le otorga quien la realiza por esto este capítulo examina los rasgos que caracterizan la actividad experimental en la investigación científica y en el ámbito escolar desde la planificación y ejecución, con el fin de plantear criterios sólidos para esta propuesta de enseñanza.

El papel de la actividad experimental como estrategia pedagógica para la construcción de conocimiento científico escolar

La actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje de la Biología ha sido objeto de estudio de la didáctica de las ciencias. Las investigaciones en este campo evidencian que, aunque los docentes reconocen la importancia de la actividad experimental tanto en la construcción de un conocimiento significativo como en la enseñanza de la ciencia, enfrentan dificultades para articular el contexto educativo con sus propias concepciones sobre la ciencia (Gil & Valdés, 1995). Como consecuencia, la actividad experimental tiende a ser subestimada y se reduce, en muchos casos, a un recurso complementario, en lugar de convertirse en un elemento central de la práctica

pedagógica que impulse tanto el pensamiento científico como la construcción crítica del conocimiento.

Muchos docentes consideran que la actividad experimental cumple un papel fundamental en la verificación de la exactitud de los conceptos trabajados en clase, teniendo en cuenta lo que señalan Romero (2017) e Izquierdo et al. (1999) que esta concepción responde a un enfoque teorista, en el cual la actividad experimental se desarrollan generalmente después de las clases magistrales y bajo procedimientos de laboratorio previamente definidos, cuyo propósito principal es demostrar la validez de la teoría; de esta manera, la primacía se otorga al marco teórico sobre la experiencia. Aunque no se trata de cuestionar la planificación con la que los docentes asumen estas prácticas, sí resulta necesario señalar sus limitaciones. Como lo advierte Morcillo (2015), este tipo de enfoques restringe la posibilidad de que los estudiantes comprendan de manera profunda los fenómenos o desarrollen una mirada crítica frente a situaciones de su vida cotidiana.

Otra de las percepciones frecuentes entre los docentes, que limita el uso de la experimentación como una actividad heurística orientada a la construcción de conocimiento, es la creencia de que esta solo puede llevarse a cabo dentro del laboratorio, esta visión representa un obstáculo, ya que muchas instituciones educativas carecen de los espacios o recursos suficientes para desarrollar la práctica experimental en dichos entornos. Frente a esta dificultad, resulta pertinente retomar lo planteado anteriormente en este trabajo, destacando la necesidad de flexibilizar la concepción de la experimentación y reconocer que puede realizarse en diversos espacios y situaciones que trascienden el laboratorio.

Dado que la experimentación puede desarrollarse en distintos espacios, resulta fundamental que tanto maestros como estudiantes conciban la clase de ciencias como una oportunidad para incorporar elementos propios de la práctica científica. Entre ellos se encuentran la formulación de

preguntas de investigación, la construcción de hipótesis, el trabajo colaborativo en comunidades de indagación y la comunicación de resultados que, incluso, puedan ser discutidos o refutados en el futuro pues este enfoque favorece que los actores del proceso educativo (docentes y estudiantes) asuman un rol más activo y protagónico, promoviendo así un mayor empoderamiento y una relación más significativa con el conocimiento.

Es importante señalar, retomando lo planteado anteriormente y lo expuesto en la investigación de Izquierdo et al. (1999), que la finalidad de incorporar la experimentación en la enseñanza de las ciencias práctica que en muchos casos ha sido relegada no consiste en formar científicos, sino en propiciar un acercamiento consciente de los estudiantes a la ciencia. El objetivo es favorecer la construcción de un conocimiento significativo que les permita desarrollar una visión crítica de su entorno, en este sentido, el propósito esencial es que, con la orientación del docente, los estudiantes tengan la posibilidad de formular problemas, elaborar constructos teóricos mediante procesos de organización y reflexionar sobre sus hallazgos a partir de la experiencia vivida.

La biología, como ciencia, se orienta al estudio de los procesos vitales y de las múltiples formas de interacción de los organismos con su entorno. En este sentido, Ayala et al. (2011) sostienen que la enseñanza de esta disciplina debe contemplar la experimentación como una posibilidad didáctica central, ya que permite al estudiante interactuar con los fenómenos biológicos de manera directa, desde esta perspectiva, la práctica experimental no se limita a un ejercicio de verificación, sino que ofrece un escenario para la indagación, el planteamiento de hipótesis y la confrontación con la realidad observable; así, el aula se configura como un espacio en el que los estudiantes participan activamente en procesos de indagación, fortaleciendo sus habilidades científicas, donde la experimentación adquiere valor formativo al propiciar un contacto genuino con la dinámica de los sistemas vivos.

En consecuencia, este trabajo asume la experimentación como un eje central, en tanto constituye una vía formativa que posibilita al estudiante confrontar su experiencia cotidiana con interrogantes susceptibles de ser abordados desde la práctica científica. De este modo, se abre la posibilidad de que las respuestas no dependan únicamente de los marcos conceptuales transmitidos en el aula, sino también de los procesos de indagación y análisis que surgen en el contacto directo con los fenómenos; así entendida, la experimentación se configura como una alternativa complementaria a la pedagogía tradicional, que contribuye a enriquecer y dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este mismo sentido, la experimentación favorece un acercamiento más equilibrado entre el plano conceptual y el plano sensible, evitando que uno se reduzca al otro y preservando las particularidades de cada dimensión, de esta manera se superan las oposiciones rígidas que suelen presentarse en la enseñanza convencional y se abre paso a un diálogo más dinámico entre ambos ámbitos. Esta perspectiva hace necesario profundizar en cómo las prácticas experimentales se articulan con los procesos de formalización, punto de partida sobre el cual se sustenta la propuesta que aquí se plantea:

Los esquemas conceptuales, contruidos a partir de la experiencia o de la reflexión teórica, guían la experimentación al ampliar lo vivido o impulsar nuevos procesos de teorización.

Todo esquema conceptual se encuentra necesariamente vinculado a la experiencia sensorial; por ejemplo, la observación de organismos como las microalgas en el agua sustenta la construcción de categorías biológicas y ecológicas que permiten interpretar los procesos de los ecosistemas (Ayala et al, 2011).

De este modo, la actividad experimental puede orientarse hacia la formulación de problemas conceptuales que desafíen al estudiante a replantear o ampliar sus marcos de referencia y en otros

casos, su propósito se centra en la construcción de una base fenomenológica sustentada en la observación, a partir de la cual se resaltan los rasgos esenciales del fenómeno. La organización de estos facilita la elaboración de magnitudes que permiten establecer los criterios necesarios para su caracterización y análisis dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En conclusión, la construcción de conocimiento a través de la experimentación aporta una dimensión más compleja frente a los enfoques tradicionales, pues demanda una transformación profunda tanto en la manera como se concibe y aplica la pedagogía, como en las percepciones que los propios estudiantes desarrollan sobre el aprendizaje de las ciencias.

La actividad experimental como vía para la construcción de conocimiento científico

La actividad experimental constituye un proceso esencial en la construcción del conocimiento científico. Como señala Cruz Díaz (2003), este proceso compromete al investigador en la obtención de un resultado a partir de una temática general que se delimita progresivamente mediante la definición de variables, formulación de hipótesis y la organización de procedimientos que conducen a la producción de información sobre un fenómeno específico. De acuerdo con Romero (2017) esta debe entenderse como un componente integrador de la práctica científica, porque se articula de manera complementaria con la teorización, convirtiéndola en un eje fundamental para el desarrollo de la investigación.

La actividad experimental ha sido interpretada de diferentes maneras en la construcción del conocimiento, para algunos investigadores ha sido considerada como un recurso destinado a comprobar hipótesis formuladas a partir de marcos teóricos; para otros, constituye la fuente misma del conocimiento científico. En este trabajo se asume la actividad experimental como una actividad complementaria, pero sustancial para la creación de conocimiento debido a su relevancia en el

proceso investigador. Retomando a Romero (2017), puede afirmarse que teoría y práctica experimental se vinculan de manera recíproca, generando un proceso interactivo en el que ambas se enriquecen mutuamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, la experimentación se asume como un elemento indispensable en la producción de conocimiento, en un plano de equivalencia con la teorización que, desde la tradición científica ha sido reconocida como el punto de partida y fundamento de la investigación. Sin embargo, al abordar la manera en que se define y se valora la actividad experimental que Nava (2017) llama la atención sobre un debate que trasciende lo metodológico de la relación entre el sujeto que investiga y el objeto de estudio, así como la influencia que cada uno ejerce en el proceso de construcción del conocimiento.

En efecto, mientras la perspectiva materialista ha otorgado al objeto de estudio un lugar prioritario dentro de la actividad investigativa, resulta necesario reconocer que el sujeto que investiga no es ajeno a su propia historicidad ni a sus convicciones personales. Como señala Nava (2017), la condición humana del investigador imprime inevitablemente huellas en el proceso de conocimiento, de modo que las particularidades de quien indaga terminan configurando un camino investigativo que se nutre tanto de los métodos empleados como de las perspectivas desde las cuales se interpreta la realidad.

Al abordar la relación entre el objeto de estudio y el sujeto investigador, resulta pertinente retomar los planteamientos de Henríquez (2010), quien señala que, aunque suelen concebirse como polos en tensión dentro del proceso de conocimiento, en realidad no existe una jerarquía excluyente entre ambos. El objeto sólo puede ser comprendido a partir de la mirada del sujeto que lo conoce, mientras que el investigador, en el ejercicio experimental, reconoce en el objeto la fuente primordial de información que orienta y nutre su indagación.

La actividad experimental en la construcción del conocimiento puede entenderse como un proceso dialógico, pues es a través del lenguaje que se organizan tanto la obtención de datos como la reflexión crítica sobre ellos. Al mismo tiempo, se concibe como simétrica, al otorgar un nivel equivalente de importancia a la teoría y a la práctica, e interdependiente, ya que los límites entre ambas dimensiones se tornan cada vez más difusos en la dinámica investigativa (García et al., 2016).

Como se ha expuesto previamente, la construcción del conocimiento está influenciada en buena medida por las particularidades del investigador, ya que esta conserva una visión propia que se configura a lo largo de su experiencia vital y social, no obstante, la ciencia, al estructurarse sobre una realidad inscrita en un contexto social, debe reconocerse también como una práctica de carácter colectivo. En este sentido, se entiende que el conocimiento no depende únicamente de las condiciones individuales del sujeto que investiga, sino también de la comunidad y del entorno social en el que este se encuentra inmerso.

Diversos historiadores, filósofos y sociólogos de la ciencia han señalado que esta constituye una actividad social mediante la cual un colectivo de personas produce conocimiento. Dicho colectivo conforma comunidades investigadoras con convicciones compartidas, las cuales están determinadas por sus realidades socioculturales, contextuales, situacionales e históricas, estas convicciones, a su vez, condicionan las formas de representación y de análisis que se elaboran sobre los fenómenos científicos (Fleck, 1986).

De esta manera, la construcción semántica y práctica de la ciencia ha ido dejando atrás la visión clásica que la idealizaba como una actividad exclusiva de ciertos hombres en contextos específicos, para asumirse hoy como una práctica cotidiana que se desarrolla en el interior de la

sociedad. Así, la ciencia puede o no realizarse en un laboratorio, puede ser ejercida individualmente o de manera colectiva, y en todos los casos se concibe como un proceso social.

Por lo tanto, resulta pertinente enfatizar el concepto de construcción, el cual se inscribe en la perspectiva del constructivismo. Como señala Coll (1997) “el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino que es un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos cada vez más complejos y potentes”. Esta afirmación refuerza la idea ya expuesta de que en la creación del conocimiento coexisten, en un plano horizontal, tanto el objeto conocido como el sujeto que conoce, otorgándoles a ambos la misma capacidad de transformación.

En este sentido, los aportes de Pesa et al. (2017) permiten reconocer que la experimentación, concebida como un proceso social, ha ocupado desde Comte un lugar privilegiado en la creación del saber. Ello se debe a que de ella procede un conocimiento riguroso que incluso puede formalizarse mediante el análisis matemático, partiendo de la observación y consolidándose a través de una percepción histórica.

Finalmente, para el presente proyecto se confiere un papel central a la construcción de la ciencia a partir de la experimentación situada en escenarios concretos, como el aula escolar. En este espacio, los estudiantes conforman una comunidad que, desde sus propias necesidades de responder a los interrogantes que surgen en su proceso formativo, puede vincularse de manera activa a la experiencia científica, de esta forma, dejan de ser simples espectadores de una clase magistral para convertirse en sujetos con iniciativa, capaces de observar, cuestionar y problematizar la realidad.

CAPÍTULO V

MARCO CONTEXTUAL

Colegio Grancolombiano Institución Educativa Distrital (IED)

Se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá y pertenece a la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) 85 de Bosa Central, esta se encuentra limitada con las UPZ 84 y 87 a partir del río Tunjuelo; al sur occidente con la avenida Circunvalar del Sur, el Humedal la Tibanica y parcialmente con la avenida conocida como “Las Torres”, que la separa de ese mismo municipio (ver figura 1). Por el occidente el río Tunjuelo la separa de la UPZ 48 perteneciente a la localidad de Kennedy, la Avenida Bosa (calle 59 sur) de la UPZ 49 Apogeo, mientras la Autopista del Sur conecta con la zona industrial de Cazucá perteneciente al municipio de Soacha (Secretaría de Integración Social, s.f.).

La población estudiantil de la institución proviene mayoritariamente de sectores clasificados en los estratos 1 y 2, en su mayoría familias de trabajadores informales, madres cabeza de hogar y comunidades desplazadas o en condición de vulnerabilidad. Esta realidad socioterritorial influye directamente en las dinámicas escolares, debido a que muchos estudiantes enfrentan dificultades de acceso a recursos tecnológicos, espacios de recreación segura y entornos ecológicos protegidos (Secretaría de Integración Social, s. f.).

El Colegio Grancolombiano (IED) cuenta con cuatro sedes distribuidas en la localidad de Bosa, siendo la sede A el espacio en el cual se desarrollará esta propuesta pedagógica. En esta sede, los estudiantes de los grados 8° a 11° asisten en la jornada de la mañana, mientras que los grados 5°, 6° y 7° se ubican en la jornada de la tarde, a pesar de su relevancia dentro de la estructura

institucional, la sede A presenta limitaciones importantes en su infraestructura, destacándose la escasez de zonas verdes, lo cual restringe las posibilidades de interacción directa de los estudiantes con entornos naturales dentro del plantel educativo. Esta condición refuerza la necesidad de implementar actividades experimentales que acerquen a los estudiantes al conocimiento de los ecosistemas, aprovechando espacios naturales cercanos como el humedal Tibanica.

Por otra parte, la institución ofrece formación integral desde el nivel de prejardín hasta el grado once, organizada en cinco ciclos académicos establecidos por la Secretaría de Educación del Distrito. El ciclo 1 comprende desde prejardín hasta segundo grado; el ciclo 2 incluye los grados tercero y cuarto; el ciclo 3 está conformado por los grados quinto, sexto y séptimo; el ciclo 4 abarca los grados octavo y noveno; y finalmente, el ciclo 5 está compuesto por los grados décimo y undécimo; esta organización por ciclos permite estructurar procesos pedagógicos diferenciados según el desarrollo cognitivo y social de los estudiantes, siendo el ciclo 3 al que pertenece el grado 603 un momento clave para la consolidación de competencias científicas y ciudadanas, lo cual fortalece el enfoque ambiental propuesto en este trabajo (Agenda estudiantil, 2025).

En relación con el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), la institución lo desarrolla a través de una línea de trabajo medioambiental en la que participan docentes de diversas áreas, razón por la cual no se encuentra vinculado de manera exclusiva al área de Ciencias Naturales. En este marco, cada curso elige uno o dos líderes ambientales que reciben formación específica en temáticas ecológicas, involucrando igualmente a los padres de familia, en especial a quienes hacen parte del consejo de padres.

El modelo pedagógico aplicado en el Colegio Grancolombiano, se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), entendido como una estrategia didáctica que orienta a los estudiantes hacia la construcción activa de conocimiento a partir de situaciones significativas. La ruta

El Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) Tibanica

Los humedales son ecosistemas de gran importancia por los servicios ecosistémicos que ofrecen, contribuyendo de manera directa al bienestar humano, entre sus funciones más relevantes se encuentran la regulación del clima, el control de inundaciones, la provisión de recursos aprovechables y la creación de espacios para la educación, la recreación y la contemplación. Sin embargo, la presión ejercida por las actividades humanas ha provocado procesos acelerados de degradación, relacionados con la urbanización, la contaminación, la extracción de agua y la expansión económica, factores que en conjunto ponen en riesgo su permanencia (Environmental Justice Atlas, 2023).

En este contexto, el Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) Tibanica se constituye como un espacio estratégico para la conservación, dado que alberga una diversidad significativa de especies avifaunísticas de relevancia ecológica. Ubicado en el departamento de Cundinamarca, entre el municipio de Soacha y la localidad de Bosa en Bogotá, cuenta con una extensión de 28,8 hectáreas y hace parte de la subcuenca del río Tunjuelo. No obstante, este ecosistema enfrenta serias afectaciones derivadas de la disposición de desechos domésticos e industriales que han deteriorado su calidad ambiental (Fundación de Humedales de Bogotá, sf.).

Además de la contaminación, el humedal se encuentra sometido a una fuerte presión urbanística generada por pobladores foráneos que buscan asentarse en sus alrededores, tanto de manera legal e ilegales, donde muchas de estas viviendas no cuentan con un sistema de alcantarillado apropiado lo que agrava su vulnerabilidad ecológica y agrava las problemáticas ambientales que amenazan su equilibrio natural, su condición de deterioro llevó a que se declarara el estado de prevención o

alerta amarilla mediante el Decreto 203 de 2003, medida que evidenció la gravedad de la situación ambiental del humedal Tibanica (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2003).

Biogeoquímicamente, los humedales actúan como sistemas de retención de materiales, ya que la disminución de la velocidad del agua en su ingreso facilita la sedimentación de partículas en suspensión. Mientras los materiales más gruesos, como arenas y gravas, tienden a depositarse cerca de los cauces, las partículas más finas, como limos y arcillas, son transportadas a mayores distancias, enriqueciendo al ecosistema con nutrientes. Este proceso, reforzado por los desbordamientos estacionales, contribuye a la formación de suelos fértiles en las áreas adyacentes, consolidando así el valor ecológico de los humedales como espacios de acumulación y transformación de materia (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá & Conservación Internacional Colombia, 2003)

Población de estudio

A partir de la encuesta realizada en la práctica pedagógica esta propuesta se desarrolla con estudiantes de grado 603 del Colegio Grancolombiano Institución Educativa Distrital (IED); este grupo pertenece al ciclo 3 de la organización académica institucional y está compuesto por adolescentes cuyas edades oscilan entre los 10 y 13 años. En total, el grupo cuenta con un total de 39 estudiantes, entre ellos 17 niñas y 22 niños, mediante una encuesta aplicada al grupo, se logra identificar que los estudiantes residen entre la localidad de Bosa (barrios Bosa Laureles, Bosa Naranjos, Bosa Macarena, Bosa San José, Bosa San Diego) y en el macroproyecto de Ciudad Verde de Soacha.

Los estudiantes reciben jornada normal en el horario de 12:20 m a 6:00 pm, su proceso académico se organiza mediante un portafolio de evidencias orientado por la docente titular del grupo, donde

cada sesión inicia con el registro de la fecha, el número de clase, el contenido a trabajar y el objetivo de aprendizaje, complementario a esto un posible video y desarrollo de preguntas que permiten consolidar los aprendizajes.

La caracterización del grupo y de la dinámica de clase evidencian la necesidad romper con un esquema de enseñanza centrado en la transmisión de contenidos y en el seguimiento de rutinas preestablecidas; si bien este modelo aporta orden y continuidad al proceso formativo, resulta limitado frente al reto de vincular a los estudiantes con experiencias que despierten su curiosidad y fortalezcan sus habilidades científicas. En este sentido, se hace pertinente avanzar hacia propuestas más prácticas y experimentales, en las que los estudiantes no solo reciban información, sino que interactúen con fenómenos reales, formulen preguntas, contrasten resultados y construyan explicaciones propias, de esta manera, el aula puede convertirse en un espacio de indagación y descubrimiento, en el que el conocimiento escolar se conecte de manera significativa con la realidad del entorno y con problemáticas ambientales cercanas, como las que atraviesa el humedal Tibanica.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Análisis diagnóstico para el diseño de actividades prácticas de la propuesta de enseñanza

Una encuesta diagnóstica con preguntas abiertas aplicada al estudiantado constituye un insumo metodológico clave para diseñar propuestas de enseñanza ajustadas a sus percepciones y necesidades reales, pues al recoger y analizar de forma rigurosa la retroalimentación del grupo, el profesorado activa un ciclo de mejora de la calidad de la enseñanza sustentando en evidencia. Un metaanálisis jerárquico en educación primaria y secundaria estimó un efecto promedio positivo de las intervenciones basadas en retroalimentación del alumnado sobre diversas dimensiones de la calidad docente, con impactos mayores cuando el profesorado recibe apoyo para interpretar los datos y dialogarlos con la clase (Röhl, Bijlsma & Schwichow, 2025).

Con base en este marco, la encuesta diagnóstica inicial se organiza en cinco ejes, con el propósito de orientar el diseño de las actividades que integrarán en su conjunto la propuesta de enseñanza objeto de esta investigación: Motivación y clima de aula; preferencia de colaboración (Individual o grupal) y estilo de trabajo; y comprensión del valor funcional y ecológico del aprendizaje, de modo que la información obtenida orienta decisiones curriculares y didácticas contextualizadas.

- **Motivación y clima del aula**

La presente sección examina la relación entre motivación y clima del aula como condiciones de posibilidad del aprendizaje escolar. Su análisis permite comprender cómo se configuran la disposición atencional, la participación y la autorregulación del estudiantado, y orienta, en

consecuencia, decisiones de organización del trabajo, selección de metodologías y uso formativo de la evaluación.

Las respuestas al ítem “¿qué te hace feliz en clase?” delimitan un perfil motivacional articulado en cinco categorías interpretativas. En primer lugar, la afiliación y el apoyo entre pares muestran que la pertenencia y la contención socioemocional son prerequisites del compromiso cognitivo, el trabajo cooperativo, por tanto, debe organizarse con roles y normas explícitas para convertir la sociabilidad en participación académica; segundo, el interés por actividades activas y expresivas indica preferencia por formatos breves, prácticos y multimodales que alternan acción y síntesis, manteniendo la atención sin sacrificar profundidad; tercero, la claridad explicativa y la variedad docente evidencia la necesidad de andamiajes visibles (Metas, criterios y pasos) y de diferenciación metodológica que ofrezca diversas puertas de entrada al contenido; cuarto, la orientación al logro y la evaluación sugiere disponer de criterios transparentes, retroalimentación breve y oportunidades de mejora, de modo que la calificación funcione como información para aprender; quinto, el interés y la novedad demandan conexiones con experiencias cercanas y márgenes de elección guiada en subtemas y productos. Se observa, además, una tensión respecto a la carga de tarea que recomienda ajustar volúmenes y tiempos mediante opciones básica y ampliada, con avance en clase cuando sea pertinente. Finalmente, la presencia de respuestas del tipo “No sé” justifica microespacios de reflexión metacognitiva al cierre de cada sesión. En conjunto, la lectura realizada a esta sección respalda la necesidad de un clima estructurado y acogedor, con cooperación regulada, metodologías activas, criterios de calidad explícitos y apoyos diferenciados que traduzcan la motivación socioafectiva en compromiso académico sostenido.

- **Estilo de aprendizaje**

La pertinencia de esta sección se fundamenta en la motivación en decisiones instruccionales, revelando por qué vías el grupo se dispone mejor a acceder al contenido y que mediaciones didácticas convierten el interés inicial en aprendizaje verificable, más que clasificar al estudiantado en tipologías rígidas, permite identificar modos de participación que, si se secuencian con criterio sostienen la atención, facilitan la comprensión y favorecen la transferencia. Las respuestas perfilan un estilo experiencial, visual y situado, pues la preferencia por materiales audiovisuales sugiere que la observación guiada de fenómenos constituye una puerta de entrada eficaz, siempre que el recurso se establezca con propósito cognitivo explícito (Qué mirar, para qué y cómo registrarlo) y se continúe con un trabajo activo que transforme la observación en explicación. La inclinación por actividades en el entorno inmediato indica que el aprendizaje se fortalece cuando los conceptos se anclan a situaciones reales; en consecuencia, conviene planificar salidas breves y controladas (Patio, huerta, parque) con protocolos simples de observación y criterios de evidencia claros. Así mismo, la valoración de la producción gráfica muestra que la representación (boceto, esquema, mapas) opera como herramienta de organización conceptual y de comunicación, no como adorno, por lo que debe integrarse como momento de síntesis y verificación de comprensión.

El interés por los experimentos expresa disposición a la manipulación concreta bajo condiciones de claridad procedimental (Metas delimitadas, materiales definidos, pasos acotados y criterios claros), por otra parte, los juegos con fines de aprendizaje resultan útiles como activadores o como evaluación formativa, siempre subordinados a objetivos explícitos y seguidos por una fase breve de reflexión que haga consciente el contenido trabajado. Finalmente, la menor atracción por la actividad de investigar no debe leerse como desinterés por conocer, sino como una señal de que la

indagación autónoma exige un mayor andamiaje, una respuesta adecuada a esta observación es escalar la indagación, comenzar con preguntas focalizadas, fuentes delimitadas y roles definidos; avanzar después hacia decisiones más abiertas en la selección de métodos y productos; y culminar con instancias de autoevaluación y coevaluación que consoliden hábitos de búsqueda y argumentación.

En conjunto estas preferencias recomiendan clases multimodales y activas organizadas que contengan diferentes momentos, tales como, entradas observacionales con propósito, experiencia práctica o situada con consignas nítidas y con posibles cierres abordados desde síntesis gráficas que conviertan la acción en conocimiento explícito. Esta alineación entre preferencias y diseño instruccional no “acomoda” sin más los gustos del grupo, en su lugar optimiza el andamiaje pedagógico para conducir, con criterios verificables, desde el interés inicial hacia aprendizajes cada vez más profundos y autónomos.

- **Entorno familiar de apoyo y autonomía**

Esta sección permite estimar en qué medida las tareas extra clase dependen de recursos y acompañamientos disponibles en el hogar y por tanto, qué tan justo y viable es exigir determinados productos fuera del aula. Las respuestas muestran un predominio de realización autónoma, un subconjunto menor con apoyo constante y un grupo intermedio con ayuda esporádica. Este patrón no solo describe estilos personales; señala condiciones materiales y relaciones heterogéneas que pueden traducirse en diferencia de desempeño si la evaluación privilegia productos domiciliarios sin control de condiciones.

El hallazgo invita a reorientar la función de la tarea y el tipo de apoyo que la escuela debe garantizar, en primer lugar, es pertinente desplazar el peso de la evidencia de aprendizaje hacia el

trabajo en clase, reservando la tarea para la consolidación breve o la ampliación opcional; en segundo lugar, se requiere objetivos claros, pasos y ejemplos resueltos, criterios de calidad visibles, tiempos realistas y formatos de verificación que permitan al estudiante comprobar por sí mismo si avanzó; en tercer lugar conviene asegurar un punto de partida común, es decir, espacios para iniciar la tarea, despejar dudas y dejar trazada una ruta mínima que no dependa del acompañamiento doméstico, adicionalmente, es aconsejable considerar tareas escalonadas (básica para consolidar, ampliada para profundizar) y aceptar evidencias alternativas que no requieran conexión, dispositivos o ayuda especializada.

En términos de equidad, esta lectura obliga a que la evaluación derive principalmente de desempeños observables en el aula, mientras que el trabajo extra clase opere como extensión formativa y no como filtro de selección. La comunicación con las familias debe enfocarse en orientaciones breves de apoyo no directo, evitando trasladar la responsabilidad docente al hogar, esto sumado a que el perfil detectado exige un diseño instruccional que proteja la autonomía real del estudiantado, reduzca la dependencia de apoyos externos y garantice que lo evaluado refleje competencias y no disponibilidad de recursos en casa.

- **Preferencia de colaboración y estilo de trabajo**

Es relevante esta sección porque orienta la organización de las actividades y la gestión del tiempo de aprendizaje. Las respuestas evidencian una preferencia mayoritaria por el trabajo en grupo, acompañada de un subconjunto que declara mayor comodidad trabajando en solitario, esta distribución no es solamente descriptiva, sugiere que el aula requiere una arquitectura operativa que fortalezca la interacción entre pares sin excluir a quienes necesitan un ritmo propio de procesamiento.

El predominio de la colaboración indica que la construcción de significados y el apoyo socioemocional son palancas de participación, por esto, el trabajo cooperativo debe organizarse con roles definidos, normas de interacción explícitas y tiempos acotados que eviten la dispersión.

- **Comprensión del valor funcional y ecológico**

Esta sección permite verificar si los estudiantes articulan el reconocimiento de los humedales y algas con explicaciones sobre su función en los ecosistemas locales. Las respuestas muestran tres tendencias complementarias. Primero, existe la familiaridad nominal con referentes del entorno (Ej. humedal Tibanica, ríos de la zona) pero conviven con lagunas conceptuales y confusiones taxonómicas, pues algunos estudiantes equiparan humedal con “río” o con “cualquier lugar con agua” y otros ofrecen definiciones genéricas, como “zona verde” o “espacio de agua” que no precisan rasgos distintivos como suelos saturados, vegetación hidrófila y dinámica de inundación; segundo, predomina una valoración normativa del humedal (“cuidan la naturaleza” y “ayudan al ambiente”) que reconoce su importancia, pero todavía carece de mecanismos que expliquen cómo lo hacen; solo un parte del grupo menciona funciones concretas (hábitat para fauna y flora, provisión de agua, ciclo de agua, refugio) mientras que aparecen generalizaciones inexactas (humedal como fuente directa de “agua potable”) que requieren clarificación sobre procesos de filtración, regulación hídrica y calidad del agua; tercero, respecto a las algas, la mayoría única en ambientes acuáticos y asocia su presencia al mar; no obstante se evidencia, escasa vinculación explícita con humedales continentales y su papel trófico (Base de cadenas alimentarias) o su valor como bioindicadores de calidad de agua.

De lo anterior se deduce, que el grupo dispone de nociones iniciales útiles para construir significado, pero necesita precisión conceptual y causal, por tanto, anclar el tema en el territorio

con cartografía de proximidad (identificación de cuerpos de agua cercanos), explicitar criterios definitorios de humedal frente a río o lago y trabajar mecanismos funcionales mediante experiencias breves. En esta línea, resulta clave encadenar las actividades desde la descripción del entorno inmediato hasta la explicación ecológica; con esto las expresiones valorativas se convierten en argumentos fundamentados sobre los servicios ecosistémicos y sobre el papel específico de las algas en dichos procesos.

Propuesta de enseñanza

La propuesta que se presenta aquí tiene como objetivo enseñar sobre el proceso de las microalgas como bioindicadores de contaminación, orientada a la comprensión de su rol ecológico en los ecosistemas acuáticos su relación con la calidad del agua y el vínculo que tiene con las actividades humanas con el propósito promover el conocimiento científico, fortalecer las habilidades investigativas la capacidad para la resolución de problemas y la toma de decisiones; de igual manera se pretende promover en los estudiantes el pensamiento crítico y reflexivo frente a las implicaciones sociales y ambientales de la contaminación hídrica en este sentido la enseñanza de las microalgas busca ser una estrategia formativa integral que permite a los estudiantes relacionar el conocimiento teórico con la realidad de su entorno.

1. Ruta metodológica

La ruta metodológica contempla las siguientes tres fases:

Fase I- Indagación

El objetivo de la primera fase consiste en propiciar una reflexión crítica individual y colectiva en torno a la importancia del cuidado del agua en los ecosistemas, el reconocimiento de los impactos de la actividad humana en la calidad del agua, haciendo énfasis en las consecuencias que estas acciones tienen sobre el Humedal Tibanica y sobre la biodiversidad.

La primera actividad consiste en la visualización de dos videos que exponen los impactos que han sufrido los humedales a causa de las acciones humanas, entre ellas la urbanización descontrolada, la expansión agrícola y la contaminación por vertimientos industriales y domésticos, y además aproximan a los estudiantes al valor ecológico de estos ecosistemas. Esta actividad tiene como propósito que los estudiantes reconozcan la importancia del agua en dichos entornos, comprendan su función en el equilibrio ambiental y reflexionen sobre los efectos de la contaminación a través de preguntas orientadoras y el conversatorio posterior, favoreciendo la capacidad de observación, el acercamiento inicial a los conceptos y el desarrollo de un análisis crítico que contribuya a la construcción de una conciencia ambiental más sólida.

Para esta actividad se recomienda emplear el video *Humedales del planeta* (Darwin, Ciencias Naturales Entretenidas, 2020, canal CNTV Infantil), disponible en línea: <https://www.youtube.com/watch?v=dJcEGDXtChU>, y el documental *Humedales de Bogotá* (Soy Unihorizonte, 2020, del minuto 6:10 al 13:50), disponible en línea: <https://www.youtube.com/watch?v=rleDT8xTbeE>. La visualización de estos videos se complementa con una discusión grupal (conversatorio) en el que se plantean preguntas abiertas que buscan motivar al estudiante a reflexionar de manera personal, conectar emocionalmente y

pensar críticamente. En grupo, los estudiantes registran sus respuestas en la bitácora ¿Qué es lo que más te llamó la atención del video sobre los humedales?, ¿Qué organismos viste en el video que viven en los humedales?, ¿Por qué el agua es fundamental para que exista vida en un humedal?, ¿Por qué crees que es importante cuidar los humedales?, ¿Qué emociones le generó ver este vídeo?, Si fueras un guardián del humedal, ¿Qué harías para cuidarlo y protegerlo mejor?, ¿De qué manera la contaminación del agua afecta a los seres vivos que habitan en un humedal?. Finalmente, los estudiantes elaborarán un dibujo rápido en el que representen cómo se vería el humedal si estuviera sano y bien cuidado gracias a las acciones responsables de la comunidad.

Este ejercicio permite que los estudiantes expresen sus ideas y percepciones de manera creativa, significativa, y al mismo tiempo brindan al maestro información clave sobre sus conocimientos previos lo cual sirve de base para orientar las actividades experimentales posteriores.

La segunda actividad consiste en que los estudiantes realicen una observación comparativa de muestras de agua en condiciones: limpia, con materiales naturales como hojas o tierra y con presencia de contaminantes simulados. Este montaje experimental les permite reconocer cómo cambian las características visibles de la contaminación sobre la calidad del agua y los posibles efectos de estas variaciones sobre los organismos acuáticos. El/ la maestra presenta cada muestra de forma simultánea para que los estudiantes registren en la bitácora aspectos como color transparencia y sus impresiones sobre si el agua se ve limpia o sucia, con base a estas observaciones iniciales se les orienta para que desarrollen hipótesis sobre lo que podría ocurrir en cada recipiente a medida que pasan los días.

Después de este proceso de observación y registro se propone a los estudiantes responder una serie de preguntas orientadoras sobre las diferencias y similitudes entre las muestras de agua, entre las preguntas a resolver se incluyen: ¿Qué conclusión puedes sacar al comparar lo que escribiste en la

tabla de los tres recipientes?, si tuvieras que elegir, ¿Qué recipiente se parece más a un humedal limpio y cuidado? ¿Cuál elegirías y por qué?, ¿Qué condiciones observadas en el recipiente C permiten definir que el agua no es apta para los seres vivos?, imagina que en cada recipiente viven peces, plantas o microalgas. ¿Qué crees que les pasaría?, ¿Qué aprendizaje te deja este experimento sobre el agua en la vida de los ecosistemas?

Al finalizar la actividad se invita a los estudiantes a redactar una frase que resuma el aprendizaje de grupo acerca de la temática.

Fase II- Exploración

El objetivo de la segunda fase es presentar la temática de las microalgas y su papel como bioindicadores en la evaluación de la contaminación del agua, estableciendo vínculos con la realidad ambiental del Humedal Tibanica.

Para lograr este objetivo se plantean cinco actividades que permitirán a los estudiantes aproximarse de manera progresiva al concepto de microalga, observarlas directamente y experimentar con su crecimiento y su papel como bioindicadores de contaminación. Estas actividades son: **1.** A partir de unos videos los estudiantes identificarán algunas características básicas de las microalgas (color, formas y hábitat). **2.** Desarrollo de un experimento casero para observar el crecimiento de microalgas en un entorno controlado. **3.** Seguimiento del experimento mediante registros comparativos. **4.** Lectura guiada sobre la importancia ecológica del humedal Tibanica y las presiones ambientales que enfrenta. **5.** Construcción del concepto de bioindicador a partir del análisis de casos de microalgas en aguas limpias y contaminadas.

En la propuesta, el experimento casero con microalgas se plantea como un montaje comparativo sencillo que puede desarrollarse en el aula o como actividad de extensión al hogar. Se organiza a partir de tres recipientes transparentes con igual volumen de agua, ubicados en un mismo lugar con iluminación natural indirecta y a temperatura ambiente. En cada recipiente se define una condición distinta de cultivo, combinando agua con presencia inicial de microalgas y variaciones en el tipo de material añadido (material natural y un contaminante simulado), con el fin de representar escenarios de agua relativamente limpia y de agua sometida a presiones antrópicas. A lo largo de varios días se propone realizar observaciones sistemáticas del color, la turbidez, la presencia de sedimentos y los cambios visibles en la biomasa algal, registrando la información en tablas comparativas y en la bitácora. Sobre esta base, se busca que los estudiantes comparen la evolución de cada recipiente y elaboren explicaciones acerca de la relación entre el ingreso de nutrientes o contaminantes, la respuesta de las microalgas y la viabilidad de la vida acuática, interpretando a las microalgas como bioindicadores de la calidad del agua.

Esta fase de exploración constituye el núcleo vivencial y experimental del proyecto, mediante una salida de campo al humedal Tibanica, los estudiantes realizarán observación directa del ecosistema, registrando elementos claves de su estado ambiental, luego de esto se desarrollarán actividades experimentales en el laboratorio escolar, enfocadas en el análisis de microalgas como bioindicadores. Estas prácticas permitirán a los estudiantes aplicar procedimientos científicos, formular preguntas y registrar datos con rigurosidad brindándoles una experiencia activa que permita fortalecer el vínculo entre el conocimiento biológico y el entorno, fomentando habilidades investigativas y una comprensión más profunda de la función ecológica de humedal.

Fase III- Valoración

El objetivo de la tercera fase es reflexionar individualmente y colectivamente sobre los efectos que genera la contaminación del agua en el equilibrio ecológico del Humedal Tibanica.

Esta actividad de cierre busca articular el conocimiento y disposición ética que tienen los estudiantes frente al cuidado del agua donde se proyecta en primer lugar un video corto <https://www.youtube.com/watch?v=yOGqpFOO2Dk> que retoma la función del agua como soporte de vida y el papel de las microalgas como bioindicadores de contaminación, seguido de esto los estudiantes escriben en su bitácora una síntesis del mensaje central del video y reflexionan frente a la pregunta ¿Qué relación encuentras entre lo visto y lo aprendido sobre las microalgas?, luego cada grupo propone tres compromisos específicos y realistas para proteger el agua y el Humedal Tibanica que es su entorno cercano donde indicarán que hará, dónde, con qué frecuencia.

Finalmente se consolida una coevaluación donde los grupos de estudiantes contrastan sus compromisos y dos preguntas metacognitivas ¿Qué fue lo que más aprendí de esta guía? y ¿Qué te gustaría que mejorara de esta guía? que orientan la retroalimentación docente para ajustes necesarios.

- **Esquema de la ruta metodológica**

FASES DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE CADA FASE
Fase I Indagación	El objetivo de la primera fase consiste en propiciar una reflexión crítica individual y colectiva en torno a la importancia del cuidado del agua en los ecosistemas, el reconocimiento de los impactos de la actividad humana en la calidad del agua, haciendo énfasis en las

	consecuencias que estas acciones tienen sobre el humedal Tibanica y sobre la biodiversidad.
Fase II Exploración	El objetivo de la segunda fase es presentar la temática de las microalgas y su papel como bioindicadores en la evaluación de la contaminación hídrica estableciendo vínculos con la realidad ambiental del humedal Tibanica.
Fase III Valoración	El objetivo de la tercera fase es reflexionar individualmente y colectivamente sobre los efectos que genera la contaminación del agua en el equilibrio ecológico del humedal Tibanica.

- **Técnica**

La investigación se inscribe en un enfoque cualitativo con una perspectiva hermenéutico-interpretativa. En coherencia con ello, la técnica central fue la observación participante. Según Díaz Sánchez y Fierro Murillo (2018), esta se basa en la participación activa del investigador dentro del contexto que estudia, lo que facilita la interacción y el intercambio con los involucrados; este tipo de observación contribuye a obtener información más veraz y confiable, al surgir de la experiencia directa y del contacto con los protagonistas.

En esta propuesta se implementará esta técnica para registrar el nivel de participación, el desempeño en las prácticas de laboratorio y la apropiación de las herramientas experimentales durante el trabajo con microalgas como bioindicadores; de esta manera, se podrán identificar actitudes científicas emergentes, habilidades en la recolección y análisis de datos, así como el compromiso por el cuidado del humedal Tibanica (Díaz Sánchez y Fierro Murillo, 2018).

Instrumentos

Para el desarrollo de este trabajo, se pretende tener en cuenta los siguientes instrumentos:

- **Observación directa**

Según Díaz Sánchez y Fierro Murillo (2018), es el método utilizado para recopilar información de forma inmediata en el entorno donde ocurre el fenómeno, permitiendo acceder a datos de primera mano. En esta investigación se emplea para describir las interacciones de los estudiantes con los materiales experimentales, sus formas de organización en el trabajo cooperativo y las respuestas espontáneas frente a las actividades propuestas.

- **Bitácora**

Según Cobo Dorado (2022), es una herramienta pedagógica y didáctica que apoya los procesos de enseñanza y aprendizaje, que se destaca por su utilidad en el registro sistemático de experiencias, reflexiones y seguimientos durante la intervención educativa. En esta propuesta de enseñanza es crucial este instrumento, pues en ella documentarán las observaciones, análisis, emociones y compromisos de los estudiantes; con ello, cumple una doble función: formativa de reflexión y retroalimentación, y evaluativa, al aportar en la evidencia del proceso de aprendizaje; sirviendo también como una forma de diálogo con los estudiantes (Cobo Dorado, 2022).

- **Vídeo**

Es un recurso de la TIC que facilita el acceso inmediato a información, integrando imagen en movimiento y sonido para ofrecer un medio audiovisual. En el aula se convierte en un recurso didáctico cuando se utiliza de manera adecuada facilitando la enseñanza y el aprendizaje, donde este medio no sustituye al docente pero sí complementa su labor al favorecer la comprensión y la asimilación de los contenidos su eficiencia depende del grado de potencialidad expresiva es decir la capacidad que tiene para comunicar un tema, el video educativo se caracteriza por su facilidad

de uso, su capacidad de conservar y producir información y su valor para captar la atención, motivar al estudiante y reforzar los procesos de aprendizaje (Jiménez Bernal, 2019, pp. 16, 20,21, 24, 36).

En esta investigación, el video se utiliza tanto para introducir problemáticas ambientales cercanas como para apoyar la reflexión sobre el papel del agua y de las microalgas como bioindicadores de contaminación, integrándose con otras actividades de registro y discusión.

- **Cuestionarios estructurados y entrevistas semiestructuradas**

Este instrumento permitirá la exploración de las concepciones iniciales y finales de los estudiantes sobre el humedal Tibanica, su valor ecológico y el uso de las microalgas como indicadoras de contaminación antes y después de la intervención para identificar transformaciones en la percepción ambiental y el sentido de pertenencia territorial, elementos clave en la resignificación del ecosistema. Los cuestionarios se aplican de forma escrita, mientras que las entrevistas semiestructuradas se desarrollan de manera conversacional para profundizar en algunas respuestas y aclarar interpretaciones.

- **Pruebas de conocimiento**

Se diseñarán con el fin de evaluar los avances en la comprensión teórica y práctica de los estudiantes respecto a conceptos clave como bioindicación, contaminación del agua, importancia ecológica, reconocimiento de humedal, etcétera. Estas pruebas permitirán valorar el impacto cognitivo del enfoque experimental en el fortalecimiento de las competencias científicas y ambientales. Serán aplicadas en dos momentos (pre y post intervención), lo que facilita la comparación de resultados y la identificación de transformaciones en el aprendizaje.

- **Integración de las fuentes de información**

La triangulación entre la observación participante, los registros escritos, audiovisuales y los instrumentos aplicados permitió comprender las formas en que los estudiantes construyeron significados alrededor de las microalgas como bioindicadores de contaminación. La combinación de estas fuentes ofreció una mirada amplia y situada de la implementación, facilitando el análisis de los avances, dificultades y oportunidades de mejora en el diseño de la propuesta de enseñanza. A modo de ejemplo, en las **Imágenes 6 a 11** se incluyen fragmentos de bitácoras, producciones gráficas del estudiantado y formatos aplicados, que sirven como soporte visible de los resultados que se discuten a continuación.

Discusión de resultados

Fase I - Indagación

La fase I se diseñó para activar conocimientos previos y generar primeras explicaciones sobre el valor ecológico de los humedales y los indicadores visibles de la calidad del agua. Para ello se implementó un formato de trabajo que combinó ver un video sobre humedales con un conversatorio guiado y un experimento comparativo sencillo, en el que los estudiantes observaron tres recipientes A, con agua limpia; B, con agua y material natural (hojas, tierra); y C, con agua y residuos contaminantes. Esta estructura dialoga con las preferencias didácticas identificadas en la encuesta diagnóstica, particularmente la inclinación por actividades visuales, prácticas y situadas, el trabajo cooperativo y la síntesis gráfica, lo cual se reflejó en una participación alta y sostenida durante las sesiones. En la bitácora se consignaron las respuestas al formato de video conversatorio

(Imagen 6) y las descripciones de cada muestra de agua (Imagen 7), que se retomaron como evidencias centrales para el análisis de esta fase.

En términos conceptuales, las respuestas evidencian comprensión inicial del humedal como hábitat y del vínculo entre rasgos del agua y viabilidad de la vida, al describir color, transparencia y olor, el estudiante infiere consecuencias biológicas plausibles (“Los peces se pueden morir”, “No es apta para seres vivos”) y ancla el cuidado del agua a decisiones comunitarias representadas en los dibujos (Limpieza, manejo de residuos, protección del espacio). Esta articulación entre observación, valoración y acción es consistente con lo reportado en la encuesta sobre comprensión del valor funcional y ecológico, pues se reconoce la importancia del humedal y se conectan sus condiciones con la presencia de fauna y flora.

No obstante, emergen límites de precisión que conviene intervenir. La categoría “Sucia/Limpia” se usa de forma global, sin distinguir entre variación natural (B: Presencia de suelo u hoja) y contaminación antrópica (C: Coloración verde intensa, residuos), lo que puede conducir a interpretar como “mala” toda turbidez, así mismo, la “agua verde” se asocia a “suciedad” sin explicitar mecanismos (Floraciones de microalgas por exceso de nutrientes, reducción de oxígeno disuelto), y las conclusiones tienden a formularse en clase normativa (“cuidar”, “no contaminar”) más que causal (“que proceso ocurre y por qué afecta a los organismos”); este patrón confirma lo hallado en la encuesta y es que el grupo posee nociones valiosas pero poco diferenciadas y requiere apoyo para pasar de la valoración general a la explicación sustentada.

En el plano metodológico, el registro de observaciones combina descriptores adecuados con medidas no estandarizadas (porcentajes de transparencia sin criterios comunes). Para que la comparación entre equipos sea válida, resulta necesario un protocolo compartido tal como, tiempos

iguales de reposo de las muestras, iluminación constante, uso de carta sencilla de colores y una escala doméstica de turbidez (Por ejemplo, patrón de lectura de texto a través del vaso).

Esta necesidad de criterios visibles y procedimientos claros converge con la sección de la encuesta sobre preferencias de colaboración y estilo de trabajo, pues hay disposición a cooperar si existen roles definidos y expectativas explícitas. La evidencia de la fase I muestra, además, que la estructura “Producto individual + síntesis grupal” funciona bien y debería mantenerse para asegurar trazabilidad de aportes y calidad del trabajo colectivo.

Otro aspecto coherente con el diagnóstico inicial es el peso del componente emocional, pues las respuestas al vídeo (Tristeza, enojo, deseo de actuar) y las propuestas de protección (Limpiar, cercar, señalar) se alinean con el énfasis del grupo en el clima socioafectivo.

Este capital afectivo puede canalizarse hacia tareas con propósito cognitivo explícito, tales como, micro observaciones en el patio o la huerta, registro de residuos por cuadrantes, identificación de vegetación hidrófila y construcción de pequeños diagramas causa-efecto que enlacen indicador, proceso y consecuencia biológica, con esto la motivación expresiva que la encuesta había mostrado (preferencias por audiovisuales y dibujo) se traduce en evidencia científica escolar y no solo en mensajes de sensibilización.

Desde la perspectiva de equidad y autonomía, la fase I se implementó principalmente en clase, decisión congruente con la sección de encuesta sobre entorno familiar de apoyo (Predominio de realización autónoma y ayudas esporádicas). Al mantener el núcleo evaluativo en el aula se protege a quienes no cuentan con acompañamiento domiciliario y asegura que los logros reflejan competencias propias más que disponibilidad de recursos en casa.

A partir de estas constataciones, se plantean mejoras concretas para una futura aplicación de esta fase para quien sea de su interés.

i) Incluir una pregunta obligatoria de mecanismo en cada ítem interpretativo (“¿Qué proceso explica el cambio observado?”)

ii) Diferenciar explícitamente material natural y contaminante, con ejemplo y contraejemplos locales.

iii) introducir vocabulario funcional mínimo (Turbidez, transparencia, nutrientes, floración algal, oxígeno disuelto) vinculado a efectos sobre peces, plantas y microalgas

iv) Adoptar un protocolo común de medición y registro que permita comparar resultados entre grupos.

v) Cerrar cada sesión con una síntesis gráfica breve (esquema o mapa causal) que transforme la valoración en aplicación.

En síntesis, la fase I cumplió su función de apertura, al activar conocimientos previos, movilizar interés y permitir establecer relaciones básicas entre indicadores del agua y vida en el humedal. A partir de esta base, los trabajos futuros deberían precisar las distinciones conceptuales, estandarizar los protocolos de observación y registro e incorporar preguntas de mecanismo y una síntesis causal breve por sesión, con esto las fases de exploración y valoración se sostendrán en evidencias comparables y un lenguaje conceptual afinado, transformando la sensibilización en argumentos verificables para la toma de decisiones.



Imagen 6. Ideas previas de los estudiantes frente a los humedales y su deterioro.

ACTIVIDAD 2: EXPERIMENTO EN EL AULA AGUA EN DIFERENTES CONDICIONES

Imagina que dejamos los tres recipientes durante una semana sin moverlos. ¿Qué cambios creen que tendrá el agua en cada uno con el paso del tiempo?

En el agua limpia se ve un poco verde, el agua con materia natural se ve un poco amarilla y el agua con contaminantes se ve un poco roja y se ve un poco de suciedad.

RESULTADOS DE OBSERVACIÓN DE MUESTRAS SUMINISTRADAS POR LA DOCENTE			
Recipiente	Color del agua	Transparencia	¿El agua se ve sucia o limpia?
A (Agua limpia)	El agua limpia se ve un poco verde.	Tiene como un color claro, se ve un poco amarillado que flotan en el agua.	El agua se ve limpia, pero tiene un poco de suciedad.
B (Agua con materia natural)	El agua con materia natural se ve un poco amarilla y se ve un poco de suciedad.	Tiene un color verde y se ve un poco de suciedad.	El agua se ve un poco sucia, pero tiene un poco de suciedad.
C (Agua con contaminantes)	El agua con contaminantes se ve un poco roja y se ve un poco de suciedad.	Tiene un color rojo y se ve un poco de suciedad.	El agua se ve un poco sucia, pero tiene un poco de suciedad.

¿Qué conclusión puedes sacar al compararlo que escribiste en la tabla de los tres recipientes?

Que observamos los recipientes, ya que los tres son diferentes de uno a otro, algunos parecen más sanos y otros de la replicación de la propia suciedad bien.

Si tuvieras que elegir, ¿qué recipiente se parece más a un humedal limpio y cuidado? ¿Cuál elegiste y por qué?

Porque yo diría que el de agua con materia natural, ya que es un humedal limpio y sano y la materia natural tiene tierra y crecen plantas.

¿Qué condiciones observadas en el recipiente C permiten definir que el agua no es apta para los seres vivos?

Porque es un poco roja y se ve un poco de suciedad, ya que los humanos que están en el agua, es debido a la contaminación y cosas como si la llegáramos a utilizar nos enfermamos muy pronto.

Imagina que en cada recipiente viven peces, plantas o microorganismos. ¿Qué crees que les pasaría?

Que no pasaría nada, ya que si los peces, plantas o microorganismos que están en el agua, ellos se adaptan a las condiciones de ese lugar, ya que pueden morir.

¿Qué aprendizaje te deja este experimento sobre el agua en la vida de los ecosistemas?

Que debemos cuidar los humedales y la naturaleza, porque podemos hacer cosas que no tiene nada que ver, porque es un ecosistema y nosotros vamos a ser la causa de que nos de problemas.

Escribe una frase que resuma el aprendizaje de tu grupo:

No destruyas el medio ambiente, cuidalo.

Imagen 7. Evidencia relación atributos visibles del agua con la viabilidad de la vida. - Registro comparativo de tres muestras de agua. (A, B y C)

Fase II – Exploración

La fase II se concibió para transitar de la sensibilización lograda en la fase I a una explicación más fina del funcionamiento ecológico de los humedales, introduciendo los núcleos conceptuales “Microalgas y bioindicadores”. En su implementación, se desarrollaron las actividades de reconocimiento conceptual, lectura sobre el humedal Tibanica y elaboración de síntesis gráficas y conclusiones.

No obstante, la actividad experimental domiciliaria sobre crecimiento de algas no se ejecutó por ausencia de acompañamiento en casa, circunstancia que ya había sido anticipada por la encuesta diagnóstica en el eje “entorno familiar de apoyo y autonomía” este hecho condiciona la interpretación de los resultados y obliga a replantear los modos de obtención de evidencias empíricas sin comprometer la equidad.

Al revisar el conjunto de producciones del grupo se reconocen varias apropiaciones valiosas de las ideas trabajadas. En las definiciones de “las microalgas son...”, por ejemplo, el estudiantado las describe como organismos microscópicos fotosintético, base de cadenas tróficas y relevantes para el oxígeno y el equilibrio del ecosistema, tal como se aprecia en las producciones consignadas en la bitácora (**Imagen 8**). Por otra parte, en la lectura y el mapa conceptual sobre Tibanica (**Imagen 9**), emergen relaciones de biodiversidad, regulación hídrica y valor social del humedal; la noción de bioindicador se expresa con claridad operativa en las respuestas y en la conclusión grupal, en la que los estudiantes expresan que ciertos seres vivos “avisan” del estado del medio ambiente o que “si el agua está limpia, las microalgas crecen de manera equilibrada, y si hay contaminación, se vuelve excesivas, cambian de color o desaparecen”. Los dibujos comparativos del “humedal sano” y el “humedal contaminado” terminan de reforzar esta comprensión, al plasmar gráficamente

diferencias en color, cantidad de vegetación y presencia de fauna que son coherentes con lo expresado en sus definiciones y conclusiones.

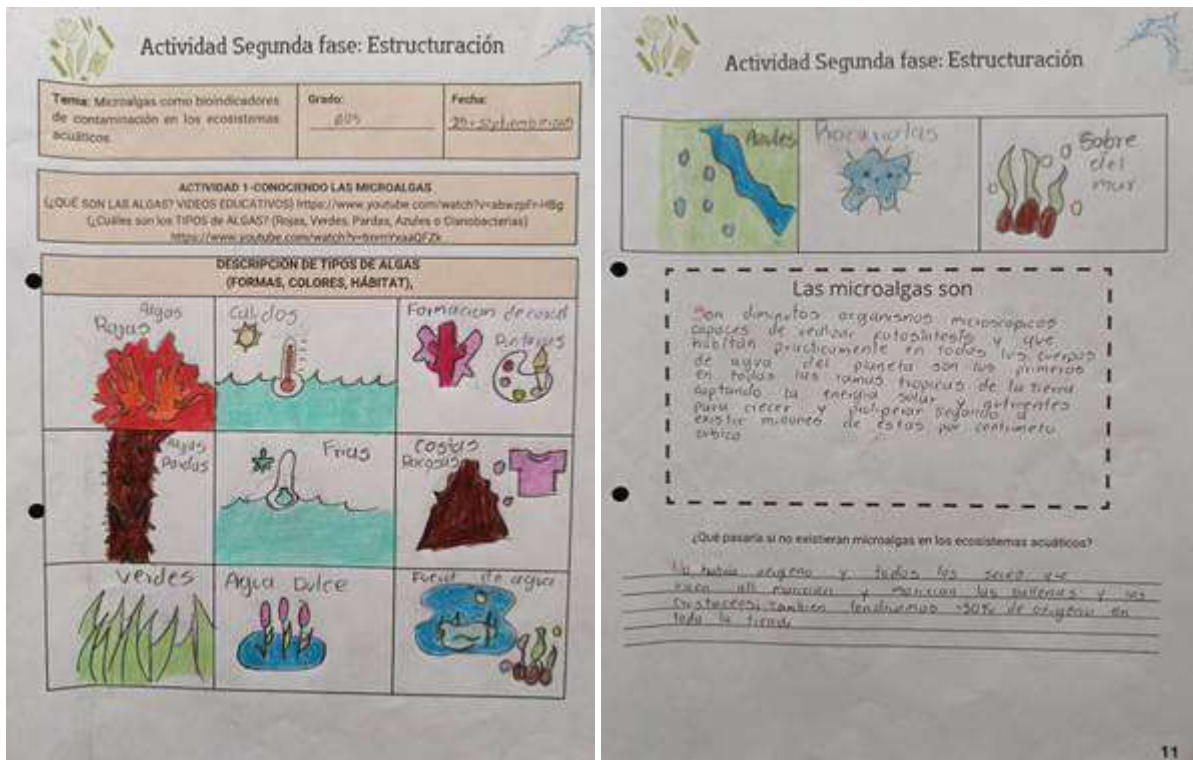


Imagen 8. Ilustraciones y escritos de los estudiantes sobre la definición de microalgas.

Los dibujos comparativos del “humedal sano” y “humedal contaminado” (Imagen 11) consolidan esta comprensión con representaciones coherentes y consistentes con la evidencia textual (Imagen 9).

Al mismo tiempo, se observan límites que son necesarios revisar para sostener una comprensión más causal. Persiste la fusión de categorías (microalgas, macroalgas y cianobacterias) y se registran generalizaciones poco precisas (Atribuidas del “50% del oxígeno” sin referencia a procesos o contextos). En varios productos por parte del estudiantado, la explicación se formula en clave normativa “cuidar”, “No contaminar” más que en términos de mecanismos. Falta, por ejemplo, explicitar la cadena causal esperada (Aumento de nutrientes, proliferación de microalgas, incremento de turbidez y disminución de oxígeno disuelto, efectos sobre fauna y flora). La no

realización del experimento de crecimiento en tiempos diferenciados (Día 7 / Día 14) impidió, además, observar cambios temporales con datos propios, lo que habría permitido anclar el concepto de bioindicador a series de observaciones comparables (**Imagen 9**).

Actividad Segunda fase: Estructuración

**ACTIVIDAD 3- EXPERIMENTO EN CASA
CRECIMIENTO DE ALGAS**


Objetivo: hacer crecer algas

Materiales:

- Vaso de vidrio
- Agua de estanque (recógela de una pecera que necesite limpieza)
- Planta (puede encontrarse en un acuario o en un lago)

Procedimiento:

- Agrega el agua al vaso
- Pon la planta en el agua
- Pon el vaso cerca a la ventana que recibe luz solar directa
- Revisa el vaso después de 7 días y luego después de 14 días



RESULTADOS DE OBSERVACIÓN (COLOR DEL AGUA) Y ANÁLISIS DE CAMBIOS

Día 7	
Día 14	

12

Imagen 9. Experimento domiciliario (crecimiento de algas Día 7 / Día 14) actividad no realizada.


Actividad Segunda fase: Estructuración

SUBSIS OUE...?

Cuando observamos un vaso con agua durante varios días, notamos que el aspecto del agua cambia debido a que poco a poco el agua puede volverse más verde, menos transparente e incluso presentar un olor diferente. Estos cambios se deben al crecimiento o disminución de las microalgas según las condiciones en las que se encuentren, si el agua recibe luz y no está contaminada, las microalgas crecen de forma equilibrada y el agua mantiene un color verde uniforme. En cambio, si el agua está contaminada con sustancias como detergente o aceite, el crecimiento de las microalgas se altera y el agua puede perder su transparencia, mostrando que el ambiente ya no es saludable para los seres vivos.

ACTIVIDAD 3
EL HUMEDAL TIBANICA Y SU IMPORTANCIA PARA LA VIDA

Los **humedales** son **ecosistemas** formados por agua, tierra y vegetación. Pueden ser naturales o artificiales y están presentes en diferentes lugares como pantanos, lagos, ríos, manglares, embalses o represas. Según el Convenio de Ramsar, un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, en constante relación con los seres vivos que habitan en ella.



La importancia de los humedales es muy grande porque son ecosistemas con gran diversidad biológica: allí viven plantas, aves, mamíferos, peces, insectos y también microorganismos como las microalgas, además, ayudan a regular el ciclo del agua y el clima, almacenan carbono, producen oxígeno y son una de las principales fuentes de agua dulce. Por eso se dice que los humedales son ecosistemas estratégicos, ya que de ellos depende nuestro abastecimiento hídrico y el equilibrio de la naturaleza.

Actividad Segunda fase: Estructuración

También cumplen un papel social porque permiten actividades como la contemplación, la recreación y el turismo. Sin embargo, muchos humedales están en peligro por la contaminación, el vertimiento de basuras y sustancias químicas, o por la reducción de su territorio. En el caso del humedal Tibanica, ubicado en Bogotá, éste es un espacio que guarda una gran riqueza en flora y fauna, pero que al mismo tiempo enfrenta amenazas por la urbanización y la contaminación.

Cuidar los humedales significa proteger el agua y toda la vida que depende de ella. Algunas acciones que podemos realizar en la comunidad son: separar adecuadamente los residuos, evitar verter sustancias contaminantes al agua y aprovechar de manera responsable el agua dulce.

En conclusión, los humedales son uno de los ecosistemas más productivos y valiosos del planeta. Son el hogar de una gran biodiversidad y un espacio vital para el ser humano. Proteger el humedal Tibanica y los demás humedales significa asegurar la salud de la naturaleza y de las generaciones futuras.

1. Identifica y subraya palabras claves del texto
2. Integra conectores: ejemplos: son, bien, ayudan a, están, afectados por, etc. y diseña un mapa conceptual




Imagen 10. Mapa conceptual elaborado por los estudiantes a partir de la lectura sobre el Humedal Tibanica y su importancia para la vida.

Desde una perspectiva pedagógica y de equidad, el fracaso estructural del experimento domiciliario confirma que la demanda de tareas que dependen del hogar introduce sesgos de participación y de validez, la solución no es suprimir la experiencia, sino reubicarla en el aula y estandarizarla.

Para esto se plantea montar equipos de microcultivos en recipientes transparentes con tres condiciones; presencia de material natural (hoja o suelo) y un “contaminante escolar” inocuo, como agua jabonosa muy diluida, con tiempos de registros fijos (día 0, 7 y 14), roles rotativos (coordinación, registro, verificación) y un protocolo común de observación (Carta simple de color, escala domestica de turbidez, iluminación y ubicación constantes); esta reorganización se alinea con las preferencias didácticas ya diagnosticadas (actividades prácticas, trabajo cooperativo y

síntesis gráfica), elimina la dependencia del apoyo familiar y produce evidencias comparables para sostener argumentos.

A la luz de la evidencia disponible, la fase II cumplió parcialmente su propósito: nombrar y dotar de sentido a las microalgas y al concepto de bioindicador, y fortaleció la conexión con el territorio. Para completar el camino hacia explicaciones robustas, es conveniente introducir de manera explícita las distinciones conceptuales que el grupo tiende a mezclar (Microalgas, macroalgas y cianobacterias; variación natural frente a contaminación) e incorporar, en cada actividad interpretativa una pregunta de mecanismo obligatoria que fuerce la articulación entre indicador, proceso y consecuencia biológica. Con el experimento trasladado al aula y un protocolo de registro unificado, las conclusiones podrán apoyarse en observaciones propias y en criterios verificables, asegurando que la comprensión del papel de las microalgas como bioindicadores no quede en una valoración general, sino que se convierta en argumentos fundamentados para la toma de decisiones sobre el cuidado del humedal.

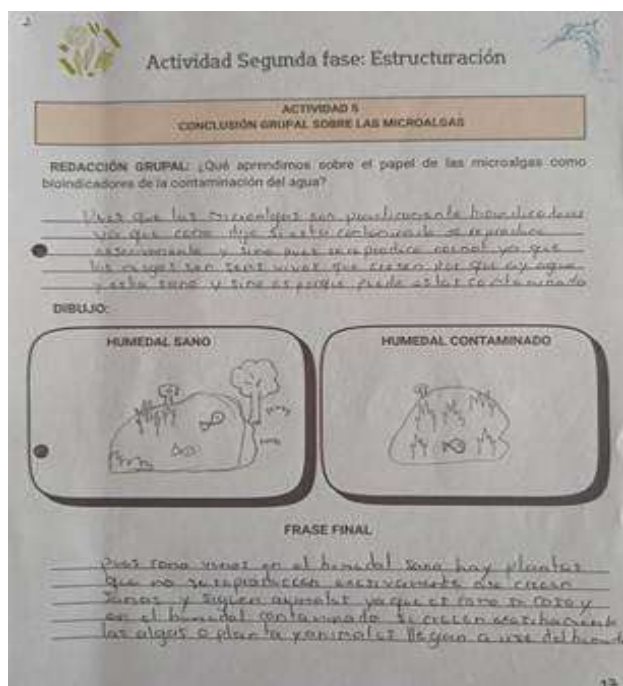


Imagen 11. Dibujos de humedal sano y humedal contaminado, frase final.

Fase III- Valoración

Estaba concebida como el momento de cierre en el cual el grupo conectaría lo aprendido sobre los humedales y microalgas con criterios para actuar en su comunidad; sin embargo, no pudo implementarse debido a reajustes institucionales de cronograma ajenos a la docente titular. Este hecho, habitual en la práctica pedagógica, obliga a leer los resultados no solo desde el plano didáctico, sino también desde la gestión del tiempo escolar: aun con disposición docente y con una participación estudiantil que, aunque heterogénea, venía sosteniendo la propuesta, la reorganización de tiempos interrumpió el desarrollo planificado de actividades y dejó sin espacio el tramo destinado a la explicitación de compromisos y a la socialización pública del aprendizaje. El contenido diseñado en esta fase incluía un video-conversatorio para recuperar ideas clave, preguntas de articulación con el concepto de bioindicador, la redacción de compromisos concretos de protección del agua y de los humedales, una auto metaevaluación breve (qué aprendí y qué debo mejorar en la guía) y la producción de un mensaje para mural comunitario por el grupo de estudiantes. El conjunto de estos componentes apuntaba a que hicieran explícita la relación entre el estado del agua, la respuesta de las microalgas y las acciones ciudadanas pertinentes, dejando evidencia escrita y gráfica.

A la luz del diagnóstico inicial y de lo observado en las fases I y II, el diseño de la fase III era coherente con el grupo:

- i) Respondía a las preferencias de aprendizaje identificadas: recursos audiovisuales, producción gráfica (mural), trabajo colaborativo y consignas claras
- ii) Trasladaba la alta carga socioafectiva detectada a una actividad con propósito que favorece la participación significativa, segundo, evitaba la dependencia de apoyo de padres.

iii) Proponía el paso normativo, causal y accional del “Cuidar el Humedal” a argumentar por qué y cómo.

Qué esta fase no se haya ejecutado no es, por tanto, sólo una contingencia; revela un riesgo estructural del ejercicio docente: la inestabilidad de los tiempos en instituciones que ajustan calendarios por actividades, evaluaciones externas u otras demandas, demuestra el rasgo del contexto, el cual representa que se estructure un diseño de actividades autosuficientes por sesión y cierres mínimos que garanticen que aún con interrupciones podía haberse compactado en un bloque único de 45–60 minutos sin pérdida de finalidad, manteniendo el hilo conceptual de las fases previas: **1.** Reactivación de ideas con un solo extracto corto del video y una sola pregunta ¿Cómo indican las microalgas el estado del agua? 5 minutos **2.** Conversatorio con criterios visibles de 10 minutos y diagrama causal individual breve sobre indicador, proceso, consecuencia. **3.** Redacción de tres compromisos verificables con tiempo de 10 minutos estimados. **4.** Mensaje para el mural con socialización Express por equipos de 10 o 15 minutos.

En términos de valor formativo la fase III, habría funcionado como puente ético cognitivo al convertir los conocimientos sobre microalgas y la calidad del agua en criterios de actuación pertinentes al contexto del humedal Tibanica y de la comunidad escolar, su no implementación constituye una limitación, pero no invalida la coherencia de la propuesta ni los aprendizajes logrado, pues esta, ofrece una lección de diseño en contextos de tiempos inestables pues la secuencia debe prever el compromiso y cumplimiento en cada fase de modo que aún con interrupciones el grupo alcance a hacer explícitas sus responsabilidades observables respecto al tema del cuidado del agua y de los humedales.

Los alcances y límites de esta experiencia abren, además, algunos caminos para futuras investigaciones. Por una parte, sería pertinente indagar qué transformaciones se producen cuando secuencias similares se implementan en otros grados de básica secundaria y en instituciones con características socioculturales

distintas, de manera que sea posible comparar cómo se reconfigura la relación entre humedales, calidad del agua y acciones humanas en contextos diversos. Por otra, resultaría relevante articular el trabajo con microalgas con mediciones fisicoquímicas más sistemáticas del agua, que permitan poner en diálogo las evidencias microscópicas con indicadores cuantitativos accesibles en la escuela. Asimismo, futuros estudios podrían adoptar un enfoque longitudinal para seguir a las y los estudiantes durante periodos más prolongados y valorar hasta qué punto se sostienen en el tiempo las transformaciones conceptuales, procedimentales y actitudinales observadas en torno al cuidado del humedal y a la comprensión de los bioindicadores.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las principales conclusiones del trabajo, organizadas en relación con los objetivos específicos y el objetivo general de la propuesta de enseñanza.

- Las limitaciones de las prácticas experimentales netamente verificativas plantean la necesidad de transitar hacia experiencias de indagación guiada y resolución de problemas, este giro metodológico favorece la articulación de la teoría y la práctica en el que los estudiantes desarrollan un pensamiento científico escolar más autónomo.

- Los procesos de degradación socio ambiental que afectan a los Humedales urbanos son atribuibles en gran medida a presiones antrópicas persistentes, los cuales exigen que la escuela asuma una postura formativa crítica y situada, en la cual, los docentes medien aprendizajes que integran la comprensión de procesos naturales y responsabilidad ciudadana; pues no basta con transmitir contenidos, hay que leer el entorno y actuar sobre él.

- La elección de las microalgas como eje para leer la calidad del agua queda sólidamente respaldada: su alta sensibilidad a cambios de nutrientes y contaminantes permiten detectar alteraciones de forma eficiente y a bajo costo; además, las variaciones en la composición del fitoplancton ofrecen una lectura del estado del cuerpo de agua. Por lo anterior, incorporar este enfoque en contextos reales como el humedal Tibanica no sólo es pertinente en términos ecológicos, sino también formativos al vincular la observación microscópica con decisiones sobre el territorio.

- En relación con el primer objetivo específico, el análisis de los fundamentos disciplinares y de los estudios de caso revisados permitió reconocer que la eutrofización, asociada

al enriquecimiento por nitrógeno y fósforo, constituye una de las rutas centrales de deterioro de los humedales urbanos. Este referente orientó la selección de las microalgas como bioindicadores para leer la calidad del agua en el Humedal Tibanica y dio sentido a las actividades experimentales propuestas.

- En cuanto al segundo objetivo específico, el diseño de la propuesta de enseñanza permitió articular las microalgas como bioindicadores de contaminación con un conjunto de actividades experimentales, de lectura y de discusión que se sitúan en la realidad del humedal Tibanica. La secuencia construida integra momentos de indagación inicial, trabajo práctico con registros en bitácora y espacios de socialización colectiva, lo que favorece que los estudiantes conecten el estudio de organismos microscópicos con problemáticas ambientales de su entorno. Este diseño recoge aportes de investigaciones previas sobre uso pedagógico de microalgas y los resignifica en una estructura didáctica coherente con las características del grado 603 y con las orientaciones del currículo de ciencias naturales.

- Respecto al tercer objetivo específico, la implementación parcial de la propuesta y el análisis de los instrumentos aplicados (bitácoras, encuestas y registros de aula) permitieron reconocer tanto avances como limitaciones en el desarrollo de las actividades. Entre los avances se destaca una participación activa en las discusiones sobre el humedal y una mejor comprensión del papel de las microalgas en la calidad del agua; entre las dificultades, se identificaron restricciones de tiempo, necesidad de mayor acompañamiento en el uso del microscopio y la conveniencia de simplificar algunas consignas de trabajo. Estos hallazgos orientan ajustes concretos a la secuencia, como redistribuir las sesiones, reforzar la explicación de los procedimientos experimentales y ampliar los espacios de socialización de resultados.

- La propuesta pedagógica se sostiene en una comprensión del aprendizaje como proceso activo y social donde el estudiantado asume un rol protagónico y el docente media la construcción de saberes que fortalecen las habilidades como la comunicación, el liderazgo, la toma de decisiones.

- En términos curriculares y didácticos, se articulan los lineamientos del MEN junto con los EBC y los DBA que sitúan la problemática real y articulan relaciones de causa-efecto, sin embargo, la temática de las microalgas como bioindicadores de contaminación no aparecen de forma explícita, su incorporación es pertinente y coherente con los énfasis que allí se establece: indagación, educación ambiental, cuidado del agua, interpretación de evidencias y fortalecimiento del conocimiento científico.

- Desde el plano formativo trabajar con bioindicadores en las prácticas de laboratorio brinda una experiencia significativa para los estudiantes, pues les permite acercarse de manera vivencial al método científico, a través de la observación, el registro y el análisis de fenómenos donde se transforman en habilidades reales.

- El enfoque hermenéutico interpretativo orienta la investigación hacia la comprensión de significados situados, al vincular la escuela y el territorio, abre posibilidades de ciencia ciudadana ambiental.

- Se reconocen limitaciones en la disponibilidad restringida del laboratorio y el tiempo escolar acotado para el alcance de los resultados deseados.

- La experimentación es un proceso simétrico e interdependiente que no solo comprueba ideas y datos, sino que articula lo biológico con lo ecológico dando sentido en el aula.

- Reconfigurar la idea de que “se experimenta sólo en el laboratorio”, abre nuevas posibilidades formativas ya que incorpora prácticas propias de la investigación, donde el docente y el estudiante desenvuelven un rol activo.
- El estado de presión ambiental del humedal Tibanica no sólo contextualiza la propuesta, sino que la vuelve necesaria, ya que trabajar con problemas reales ayuda a construir tejido local.
- La escasez de zonas verdes en la sede A y la proximidad con el humedal Tibanica lo convierten en un territorio en extensión del aula.
- La encuesta diagnóstica se confirma como insumo clave para el ajuste de la propuesta ante las percepciones y necesidades reales del grupo, las cuales permiten decidir con evidencia sobre las metodologías y secuencias pertinentes del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Las preferencias didácticas destacan el poder de estructuración de clases multimodales y situadas, que mantienen la atención que va desde el interés inicial hasta aprendizajes verificables.
- Los hallazgos recomiendan que la evidencia principal provenga del trabajo en aula o posibles actividades que generen evidencias alternativas donde se proteja la autonomía del estudiantado y evitando sesgos por disponibilidad de recursos en casa, manteniendo las preferencias didácticas del grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Agustín, A., Gómez, A., Rodríguez, D., López, D., Jiménez, M., Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2011). *Las ciencias naturales en educación básica: Formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Secretaría de Educación Pública, Cuauhtémoc, México D.F.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2003). *Decreto 203 de 2003: Por el cual se declara el estado de prevención o alerta amarilla en el Humedal de Tibanica, ubicado en jurisdicción del Distrito Capital*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8614>
- Amelines, P., & Romero, A. (2017). La experimentación en el aula: Aportes de la naturaleza de las ciencias. En *La experimentación en la clase de ciencias: Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 15–31). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Aprendiendo a educar. (2024, 23 de marzo). *¿QUÉ SON LAS ALGAS? VIDEOS EDUCATIVOS* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=abwzpFr-HBg>
- Arenas, A. C. (2007). *Pensamiento crítico: Técnicas para su desarrollo*. COOP. Editorial Magisterio. Bogotá, Colombia.
- Ayala, M., Malagón, F., & Sandoval, S. (2011). Actividad experimental y construcción de fenomenologías: Construir una manera de referirse al fenómeno, el caso del efecto Volta. *III Conferencia Latinoamericana del International History and Philosophy of Science Teaching Group (HPST-LA)*, Santiago de Chile.
- Bluecinante. (2020, 13 de agosto). *¿Cuáles son los TIPOS de ALGAS? (Rojas, Verdes, Pardas, Azules o Cianobacterias)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=tmmYxaaQFZk>
- Cárcamo Vásquez, H. (2005). Hermenéutica y análisis cualitativo. *Cinta Moebio*, 23, 204–216. <http://www.moebio.uchile.cl/23/carcamo.htm>
- Carracosa, J., Gil, P., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cuaderno brasileño de enseñanza de la física*, 23, 157–18. Brasil.
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2022). Capítulo III: Prácticas de laboratorio y cuestionario guía sobre biotecnología ambiental. En *Biotecnología ambiental: Aplicaciones y tendencias* (pp. 94–116). Editorial Grupo AEA.

- Ciencias Naturales Entretenidas. (2020, 29 de abril). *Humedales | Planeta Darwin | Ciencias naturales entretenidas* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dJcEGDXtChU>
- Cobo Dorado, J. P. (2022). La bitácora como estrategia de enseñanza e instrumento de aprendizaje. En A. Parra Puentes & M. L. Carrillo Salazar (Eds.), *Herramientas pedagógicas: Manual para la creación de textos en el aula* (pp. 163–177). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287501591.8>
- Colegio Grancolombiano IED. (2025). *Agenda estudiantil 2025*. Documento institucional no publicado.
- Coll, C. (1997). *Qué es el constructivismo*. Editorial Magisterio del Río de la Plata.
- Convención de Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales*. Secretaría de la Convención sobre los Humedales. https://www.ramsar.org/sites/default/files/flipbooks/ramsar_gwo_spanish_web.pdf
- Cruz Díaz, P. (2003). La metodología de la investigación científica y su importancia para la actividad deficiencia e innovación tecnológica. La Habana: FAR, 57–62.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., & Massarini, A. (2000). *Biología* (6.^a ed. en español). Editorial Médica Panamericana.
- De la Cruz, E. (2010). *El trabajo en equipo como estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la escuela primaria*. Universidad Pedagógica Nacional, Cd. del Carmen, Campeche, México.
- Díaz Sánchez, E. M., & Fierro Murillo, L. Z. (2018). *Educación ambiental a partir de la identificación de problemas de la comunidad para estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Técnica Francisco Julián Olaya sede La Lindosa* [Tesis de licenciatura, Universidad del Tolima, Instituto de Educación a Distancia]. Biblioteca Rafael Parga Cortés. https://catalogo.ut.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16731&shelfbrowse_itemnumber=21680
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, & Conservación Internacional Colombia. (2003). *Los humedales de Bogotá y la Sabana 2* (pp. 169–255). Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2003). *Plan de acción Humedal Tibanica*. https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/54a09686-cffb-46b8-b72a-01989d6b002b/Plan_Accion_Tibanica.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_K862HG82NOTF70QEKDBLFL3000-54a09686-cffb-46b8-b72a-01989d6b002b-mGt2wAJ

- Environmental Justice Atlas. (2023). *Deterioro del humedal Tibanica, Bogotá, Colombia*. EJAtlas. <https://ejatlas.org/conflict/deterioro-humedal-tibanica-bogota-colombia?translate=es>
- Fernández, I., Gil-Pérez, D., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica. En D. Gil-Pérez, B. Macedo, J. Martínez-Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés, & A. Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (pp. 29–62). UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2019). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47–86.
- Fleck, L., Schafer, L., Schnelle, T., & Meana, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico: Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Alianza. Madrid, España.
- Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75–111.
- Fundación Humedales Bogotá. (2011, diciembre 9). *Humedal Tibanica*. Humedales Bogotá. <https://humedalesbogota.com/2011/12/09/humedal-tibanica/>
- García, A., Pipitone, C., Guitart, J., Caminal, A., Marchán, I., Agudelo, C., & Hernández, E. (2016). Actividades dialógicas de ciencias en la formación inicial del profesorado de educación primaria. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 93–108. Universidad de Extremadura.
- García, J. M., Sarmiento, L. F., Salvador, M., & Porras, L. S. (2017). Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: Aplicación en ríos tropicales de alta montaña. Revisión corta. *UGCiencia*, 23, 47–62.
- Garzón, S. (2014). *El experimento y la significación del concepto de energía*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Gil, D., & Alcover, C. (2005). *Introducción a la psicología de los grupos*. Pirámide. Madrid, España.
- Gil, D., & Valdés, P. (1995). Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas: El estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (9), 3–25.

- Gil, D., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31–53.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Silfredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (pp. 29–62). Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Google. (2025, 8 de mayo). *Colegio Grancolombiano IED y Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica* [Mapa]. Google Maps. <https://www.google.com/maps/dir/Colegio+Grancolombiano,+Cra.+79b+%2373a+Sur,+Dg.+73a+Sur+%232+98+a,+Bogot%C3%A1/Humedal+Tibanica/@4.6080248,-74.2046006,16z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x8e3f9f1960c28e2b:0x7327721e33c4ae24!2m2!1d-74.1968889!2d4.6138734!1m5!1m1!1s0x8e3f9e23639e997b:0xad15ead9964c5ab0!2m2!1d-74.2044523!2d4.6026253!3e0?entry=ttu>
- Happy Learning Español. (2024, 9 de abril). *CUIDEMOS EL AGUA* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=yOGqpFOO2Dk>
- Henríquez, R. Y. (2010). La objetividad y el conocimiento de la realidad. *Ars Boni et Aequi*, 6(1), 243–254. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3257863>
- Hernández Maldonado, E. A. (2023). Las implicaciones del enfoque hermenéutico interpretativo en investigación educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 10561–10571. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.8069
- Hernández-Pérez, A., & Labbé, J. I. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2), 157–173. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200001>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2024). *Informe nacional de resultados: Pruebas Saber 3°, 5°, 7° y 9° (Aplicación 2023)* (pp. 45–46, 66–67). Bogotá. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2025/07/Informe-Nacional-de-Resultados-Saber-3-5-7-9.pdf>
- Instituto Humboldt. (2020). *Ciencia ciudadana y conservación de humedales urbanos en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap1/102/#seccion1>

- InterAcademy Partnership. (2021). *Calidad del agua: Salud de los ecosistemas y salud humana*. CONCYTEC. https://www.interacademies.org/sites/default/files/2021-09/Libro_Calidad_del_Agua-1.pdf
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Jiménez Bernal, T. B. (2019). *Los videos educativos como recurso didáctico para la enseñanza del idioma inglés: Caso de los estudiantes de educación general básica media de la Unidad Educativa Saint Patrick School* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. Repositorio UASB-Digital. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6988/1/T2994-MIE-Jimenez-Los%20videos.pdf>
- Koponen, T., & Mäntylä, T. (2006). *Papel generativo de los experimentos en la física y su enseñanza: Una sugerencia para una reconstrucción epistemológica*. Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de Helsinki, Finlandia.
- La Cueva, A. (2006). La enseñanza por proyectos: ¿Mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 165–190. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1020312>
- La Red Interamericana de Academias de Ciencias [IANAS]. (2019). *Calidad del agua en las Américas: Riesgos y oportunidades*. IANAS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). *Política Nacional de Educación Ambiental*. <https://www.ambientebogota.gov.co/politica-publica-distrital-de-educacion-ambiental>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanía*. Bogotá, Colombia.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2017). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Morcillo, C. (2015). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias para docentes en formación inicial: Un caso en microbiología*. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- Muñoz-Medina, J. A. (2018). *Diseño de un material educativo para la enseñanza de los flujos de materia, energía e información en los sistemas acuáticos a partir de los cultivos de*

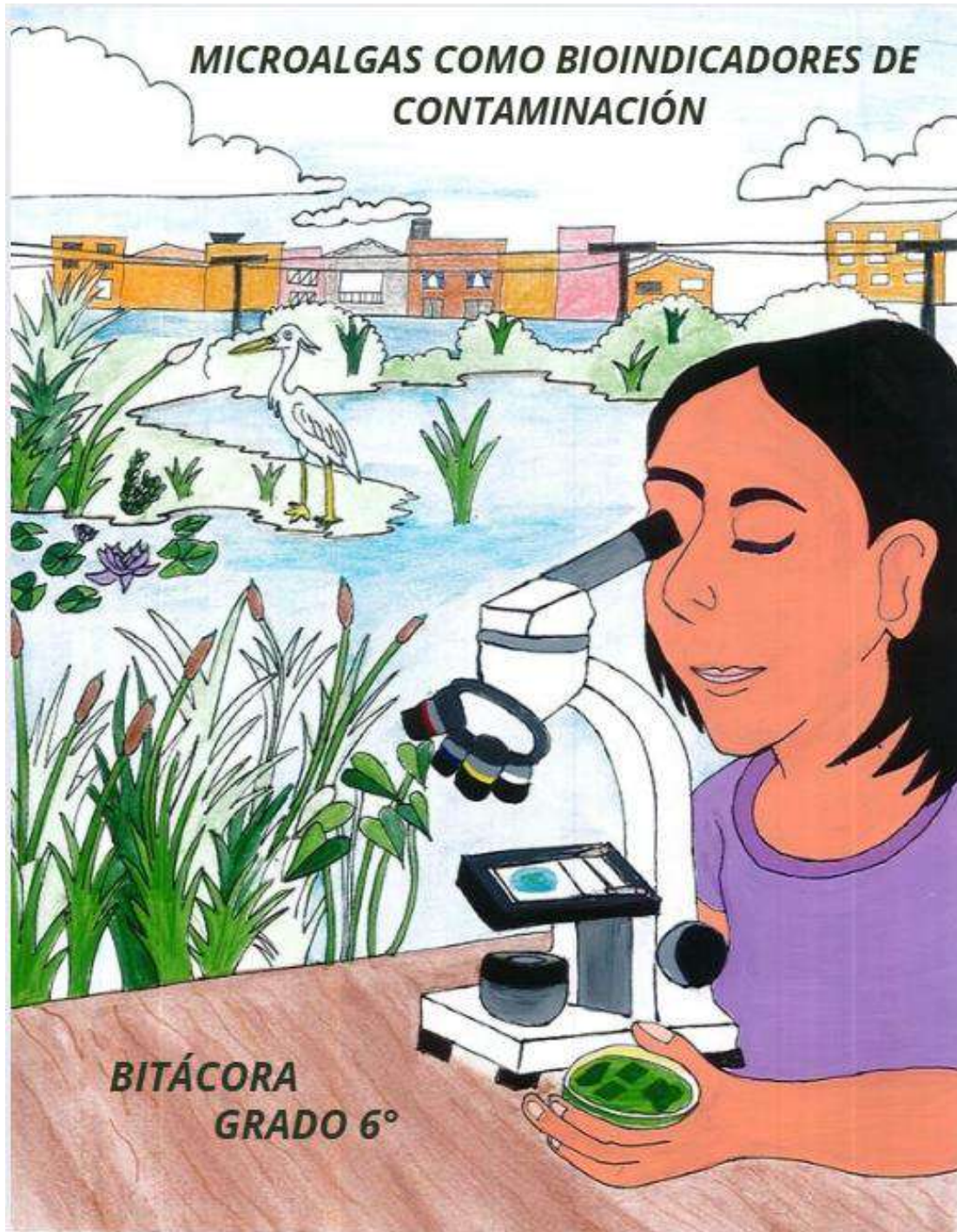
- microalgas* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia.
- Muñoz-Meneses, N.-R., Oyaga-Martínez, R.-F., & Troncoso-Palacio, A. (2023). Bioindicadores acuáticos como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la calidad ambiental en cuerpos de agua. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 5(1), 121–130.
- Nava Bedolla, J. (2017). La esencia del conocimiento: El problema de la relación sujeto-objeto y sus implicaciones en la teoría educativa. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(15), 25–57.
- Navarro, M., Oltra, C., & Llorente, C. (2020). Educación ambiental y cambio climático: Una revisión de la literatura. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1–15. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1401
- Navarro-Pérez, M., & Tidball, K. G. (2012). Challenges of biodiversity education: A review of education strategies for biodiversity education. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 2(1), 13–30.
- Ospina Álvarez, N., & Peña, E. J. (2009). Alternativas de monitoreo de calidad de aguas: Algas como bioindicadores. *Revista Agua*, 2(4), 45–54.
- Papilio consultoría & Gestoría. (2020, 11 de junio). *Bioindicadores: Diagnostico de un Ecosistema* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=PBeUI6_ZrIQ
- Parmar, T. K., Rawtani, D., & Agrawal, Y. K. (2016). Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*, 9(2), 110–118. <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>
- Pesa, M. A., Meneses Villagrà, J. Á., & Andrés Zuñeda, M. M. (2007). Efectividad metacognitiva de la heurística V de Gowin en trabajos de laboratorio centrados en la resolución de situaciones problemáticas. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación (Monografía VIII)*, 203–216. <https://doi.org/10.37382/indivisa.viMonografiaVIII.788>
- Pozo, J., Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M., & Postigo, Y. (1994). *La solución de problemas*. Santillana
- Rivera Guarín, K. A. (2017). *Prácticas experimentales de laboratorio con microalgas: Enseñar conceptos biológicos a maestros de biología en formación a partir de la ficoteca* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia.

- Röhl, S., Bijlsma, H., & Schwichow, M. (2025). Can feedback from students to teachers improve different dimensions of teaching quality in primary and secondary education? A hierarchical meta-analysis. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 37(1), 35–71.
- Roldán, G. (2021). Eutrofización: Fuentes, efectos y posibles soluciones. En M. E. Flores & N. Hidalgo (Eds.), *Calidad del agua: Salud de los ecosistemas y salud humana* (pp. 36–38). CONCYTEC. https://www.interacademies.org/sites/default/files/2021-09/Libro_Calidad_del_Agua-1.pdf
- Roldán, G., & Ramírez, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2.^a ed.). Universidad de Antioquia; Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. <http://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/71>
- Romero, A. (2017). *La experimentación en la clase de ciencias: Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas*.
- Sarmiento Morales, M. L. (2017). *Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y Santo Tomás, en el departamento del Atlántico* (Tesis de maestría). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Bogotá, Colombia.
- Secretaría de Integración Social. (s. f.). *Documento preliminar de narrativa UPZ 85 central* (Recuperado el 30 de octubre de 2020). https://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/1_entidad/gsi/7_bosa_narrativa_central.pdf
- Secretaría Distrital de Ambiente, & Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). (2007). *Plan de manejo ambiental del Parque Ecológico Distrital de Humedal Tibanica*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=15050
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). *Estrategia de humedales de Bogotá: Plan de acción 2020–2030*. Alcaldía Mayor de Bogotá. <https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-tibanica>
- Serrano Riaño, J. Y., Nuñez, D. W., Najar, A. P., Mora Mondragón, J., & Torres Pereira, D. (2014, octubre). Microalgas: Indicadores ambientales de calidad de agua del humedal Torca [Ponencia]. *Microalgas: Indicadores Ambientales de Calidad de Agua del Humedal*, Bogotá, Colombia. https://www.researchgate.net/publication/323342979_Microalgas_Indicadores_Ambientales_de_Calidad_de_Agua_del_Humedal_Torca

- Smith, V. H., & Schindler, D. W. (2009). Eutrophication science: Where do we go from here? *Trends in Ecology & Evolution*, 24(4), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.009>
- Soy Unihorizonte. (2020, 26 de mayo). *Documental Humedales de Bogotá* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rleDT8xTbeE>
- Ubicación de mapa de la localidad de Bosa. (2025, mayo 8). *Tomado de Google Maps* (Figura 1). <https://www.google.com/maps>
- Vitola Romero, D. C., Pérez Cardozo, A., & Montes, V. D. (2022). Utilización de microalgas como alternativa para la remoción de metales pesados. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(1), 195–203. <https://doi.org/10.22490/21456453.4568>
- Vosniadou, S. (2006). *Cómo aprenden los niños. Serie prácticas educativas*, 7. Ciudad de México.
- Yucra, H. A., & Tapia, P. M. (2008). El uso de microalgas como bioindicadoras de polución orgánica en Brisas de Oquendo, Callao, Perú. *Biologist (Lima)*, 6(1), 41–47.

ANEXO

ANEXO A - BITÁCORA





Índice

Objetivo de la bitácora.....3

Actividad Primera fase: Indagación.....4

Tema: Importancia del agua y los efectos de la contaminación en los ecosistemas.

- **Actividad 1:** Video-conversatorio sobre humedales

Registro en bitácora: preguntas abiertas y reflexión sobre la importancia de los humedales.

- **Actividad 2:** Experimento en el aula – Agua en diferentes condiciones

Registro en bitácora: tabla comparativa, preguntas de análisis y dibujo creativo.

Actividad Segunda fase: Exploración.....9

Tema: Microalgas como bioindicadores de contaminación en los ecosistemas acuáticos.

- **Actividad 1:** Conociendo las microalgas

Registro en bitácora: ideas clave, definición y reflexiones.

- **Actividad 2:** Experimento en casa – Crecimiento de algas

Registro en bitácora: observaciones en días 7 y 14, comparaciones y conclusiones.

- **Actividad 3:** El Humedal Tibanica y su importancia para la vida

Registro en bitácora: lectura, palabras clave, mapa conceptual y preguntas de reflexión.

- **Actividad 4:** Microalgas como bioindicadores

Registro en bitácora: tabla de observaciones (control vs. contaminado), definición de bioindicador y esquema gráfico.





Índice

- Actividad 5: Conclusión grupal

Registro en bitácora: redacción colectiva, dibujo de humedal sano vs. contaminado y frase final.

Actividad Tercera fase: Valoración..... 16

Tema: Microalgas y el cuidado del agua en nuestra comunidad.

- **Actividad 1:** Video-conversatorio "Microalgas y el cuidado del agua"

Registro en bitácora:

- Preguntas abiertas sobre el video.
- Conclusión grupal: "Lo más importante que aprendimos en esta fase es..."
- Decálogo del agua (5-10 compromisos).
- Dibujo/collage con eslogan "Cuidemos el agua, cuidemos la vida".





Objetivo de bitácora de aprendizaje

Con esta bitácora aprenderás a descubrir el mundo de las microalgas y cómo nos ayudan a saber si un lugar está limpio o contaminado. Aquí podrás escribir, dibujar y guardar tus ideas, mientras exploras la ciencia y encuentras formas de cuidar el ambiente.

Nombre de la I.E.D.

A quiénes pertenece esta bitácora

Docente Titular

Docente Prácticante





Actividad Primera fase: Indagación



Tema: Importancia del agua y los efectos de la contaminación.	Grado: _____	Fecha: _____
ACTIVIDAD	PERÍODO DE EVALUACIÓN	
	Primero	Segundo
<p>Actividad 1: Video-conversatorio</p> <p>Contenido: Valor ecológico de los humedales y los organismos que los habitan.</p> <p>Objetivo: Reconocer la importancia del agua en los humedales y reflexionar sobre cómo la contaminación altera la biodiversidad y el equilibrio de estos ecosistemas.</p>	Observación y comprensión inicial del video	Análisis y reflexión
<p>Actividad 2: Experimento en el aula</p> <p>Contenido: Indicadores visibles de la calidad del agua (color, transparencia, olor) y su relación con la supervivencia de los seres vivos.</p> <p>Objetivo: Identificar, mediante la experimentación, cómo varían las características del agua en diferentes condiciones y analizar las implicaciones de estos cambios para la vida de los organismos acuáticos, como peces, plantas y microalgas.</p>	Observación y registro de recipientes A, B, C y D	Análisis y reflexión
ACTIVIDAD 1- DESARROLLO DE PREGUNTAS SOBRE EL VÍDEO		
(Humedales Planeta Darwin Ciencias naturales entretenidas CNTV infantil) https://www.youtube.com/watch?v=dJoEGDXtChU&list=LL&index=2		
¿Qué es lo que más te llamó la atención del video sobre los humedales?		





Actividad Primera fase: Indagación



¿Qué organismos viste en el video que viven en los humedales?	
¿Por qué el agua es fundamental para que exista vida en un humedal?	
¿Por qué crees que es importante cuidar los humedales ?	
¿Qué emociones le genero ver este video?	
Si fueras un guardián del humedal, ¿qué harías para cuidarlo y protegerlo mejor?	





DESARROLLO DE PREGUNTAS SOBRE EL VÍDEO

<p>¿De qué manera la contaminación del agua afecta a los seres vivos que habitan en un humedal?</p>	
<p>Realiza un dibujo rápido en el que imagines y representes cómo se vería el humedal si estuviera sano y bien cuidado gracias a las acciones responsables de las personas y la comunidad.</p>	
<p>Descripción breve de tu anterior dibujo</p>	





**ACTIVIDAD 2: EXPERIMENTO EN EL AULA
AGUA EN DIFERENTES CONDICIONES**

Imagina que dejamos los tres recipientes durante una semana sin moverlos.
¿Qué cambios creen que tendría el agua en cada uno con el paso del tiempo?

RESULTADOS DE OBSERVACIÓN DE MUESTRAS SUMINISTRADAS POR LA DOCENTE			
Recipiente	Color del agua	Transparencia	¿El agua se ve sucia o limpia?
A (Agua limpia)	<input type="checkbox"/>		
B (Agua con material natural)	<input type="checkbox"/>		
C (Agua con contaminantes)	<input type="checkbox"/>		

¿Qué conclusión puedes sacar al comparar lo que escribiste en la tabla de los tres recipientes?

Si tuvieras que elegir, ¿qué recipiente se parece más a un humedal limpio y cuidado?
¿Cuál elegirías y por qué?



¿Qué condiciones observadas en el recipiente C permiten definir que el agua no es apta para los seres vivos?

Imagina que en cada recipiente viven peces, plantas o microalgas.
¿Qué crees que les pasaría?

¿Qué aprendizaje te deja este experimento sobre el agua en la vida de los ecosistemas?

Escribe una frase que resuma el aprendizaje de tu grupo.





Actividad Segunda fase: Exploración



Tema: Microalgas como bioindicadores de contaminación en los ecosistemas acuáticos.	Grado: _____	Fecha: _____
ACTIVIDAD	PERÍODO DE EVALUACIÓN	
	Primero	Segundo
Actividad 1: Conociendo las microalgas Contenido: Microalgas (organismos microscópicos fotosintéticos). Objetivo: Comprender qué son las microalgas y cómo contribuyen al equilibrio de los ecosistemas acuáticos.	Reconocimiento de las características básicas de las microalgas mediante imágenes	Explicación grupal de la importancia de las microalgas en el ecosistema.
Actividad 2: Experimento en casa – Crecimiento de algas Contenido: Observación con registro en días 7 y 14. Objetivo: Observar el crecimiento de algas en agua de estanque y analizar cómo cambian con el paso del tiempo.	Predicción grupal:	Observación y análisis de cambios
Actividad 3: El Humedal Tibanica y su importancia para la vida. Contenido: Definición y funciones de los humedales. Objetivo: Relacionar la importancia ecológica y social del Humedal Tibanica con el conocimiento científico trabajado sobre el agua y las microalgas.	Comprensión lectora y selección de información	Organización y aplicación del conocimiento
Actividad 4: Microalgas como bioindicadores Contenido: Concepto de bioindicador. Objetivo: Analizar los cambios observados en el experimento y comprender por qué las microalgas son bioindicadores de contaminación.	Descripción de los cambios ocurridos en los frascos (comparación control vs. contaminado)	Predicciones escritas sobre lo que pasará con las microalgas después de unos días.
Actividad 5: Conclusión grupal Objetivo: Elaborar una conclusión colectiva que integre lo aprendido sobre las microalgas como bioindicadores de contaminación. Contenido: Síntesis de aprendizajes sobre microalgas y contaminación del agua.	Redacción grupal de una conclusión escrita en la bitácora.	Socialización y representación gráfica (dibujo colectivo de un humedal sano y contaminado con microalgas).



Actividad Segunda fase: Exploración



Tema: Microalgas como bioindicadores de contaminación en los ecosistemas acuáticos.	Grado: _____	Fecha: _____
--	------------------------	------------------------

ACTIVIDAD 1-CONOCIENDO LAS MICROALGAS
(¿QUÉ SON LAS ALGAS? VIDEOS EDUCATIVOS) <https://www.youtube.com/watch?v=abwzpFr-HBg>
(¿Cuáles son los TIPOS de ALGAS? (Rojas, Verdes, Pardas, Azules o Cianobacterias)
<https://www.youtube.com/watch?v=tmmYxaaQFZk>

DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE ALGAS (FORMAS, COLORES, HÁBITAT),		





Actividad Segunda fase: Exploración



--	--	--

Las microalgas son

¿Qué pasaría si no existieran microalgas en los ecosistemas acuáticos?



Actividad Segunda fase: Exploración



ACTIVIDAD 2- EXPERIMENTO EN CASA CRECIMIENTO DE ALGAS

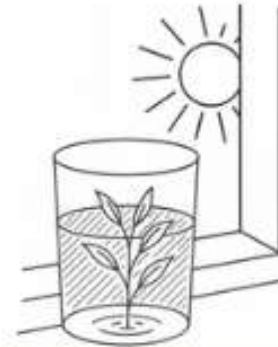
Objetivo: Hacer crecer algas.

Materiales :

- Vaso de vidrio
- Agua de estanque (recógela de una pecera que necesite limpieza)
- Planta (puede encontrarse en un acuario o en un lago)

Procedimiento:

- Agrega el agua al vaso
- Pon la planta en el agua
- Pon el vaso cerca a la ventana que reciba luz solar directa
- Revisa el vaso después de 7 días y luego después de 14 días



RESULTADOS DE OBSERVACIÓN (COLOR DEL AGUA) Y ANÁLISIS DE CAMBIOS

Día 7	
Día 14	



Actividad Segunda fase: Exploración



SABIAS
QUE...?

Cuando observamos un vaso con agua durante varios días, notamos que el aspecto del agua cambia debido a que poco a poco el agua puede volverse más verde, menos transparente e incluso presentar un olor diferente. Estos cambios se deben al crecimiento o disminución de las microalgas según las condiciones en las que se encuentren, si el agua recibe luz y no está contaminada, las microalgas crecen de forma equilibrada y el agua mantiene un color verde uniforme. En cambio, si el agua está contaminada con sustancias como detergente o aceite, el crecimiento de las microalgas se altera y el agua puede perder su transparencia, mostrando que el ambiente ya no es saludable para los seres vivos.

ACTIVIDAD 3 EL HUMEDAL TIBANICA Y SU IMPORTANCIA PARA LA VIDA

Los humedales son ecosistemas formados por agua, tierra y vegetación. Pueden ser naturales o artificiales y están presentes en diferentes lugares como pantanos, lagos, ríos, manglares, embalses o represas. Según el Convenio de Ramsar, un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, en constante relación con los seres vivos que habitan en ella.



La importancia de los humedales es muy grande porque son ecosistemas con gran diversidad biológica: allí viven plantas, aves, mamíferos, peces, insectos y también microorganismos como las microalgas, además, ayudan a regular el ciclo del agua y el clima, almacenan carbono, producen oxígeno y son una de las principales fuentes de agua dulce. Por eso se dice que los humedales son ecosistemas estratégicos, ya que de ellos depende nuestro abastecimiento hídrico y el equilibrio de la naturaleza.





Actividad Segunda fase: Exploración



También cumplen un papel social porque permiten actividades como la contemplación, la recreación y el turismo. Sin embargo, muchos humedales están en peligro por la contaminación, el vertimiento de basuras y sustancias químicas, o por la reducción de su territorio. En el caso del humedal Tibanica, ubicado en Bogotá, este es un espacio que guarda una gran riqueza en flora y fauna, pero que al mismo tiempo enfrenta amenazas por la urbanización y la contaminación.

Cuidar los humedales significa proteger el agua y toda la vida que depende de ella. Algunas acciones que podemos realizar en la comunidad son: separar adecuadamente los residuos, evitar verter sustancias contaminantes al agua y aprovechar de manera responsable el agua lluvia.

En conclusión, los humedales son uno de los ecosistemas más productivos y valiosos del planeta. Son el hogar de una gran biodiversidad y un espacio vital para el ser humano. Proteger el humedal Tibanica y los demás humedales significa asegurar la salud de la naturaleza y de las generaciones futuras.

1. Identifica y subraya palabras claves del texto
2. Integra conectores ejemplos: son, tienen, ayudan a, están, afectados por, etc. y diseña un mapa conceptual.





Actividad Segunda fase: Exploración



3. Reflexiona:

- ¿Por qué el Humedal Tibanica es importante tanto para la naturaleza como para la comunidad que vive cerca de él?



ACTIVIDAD 4 CONCEPTO DE BIOINDICADOR

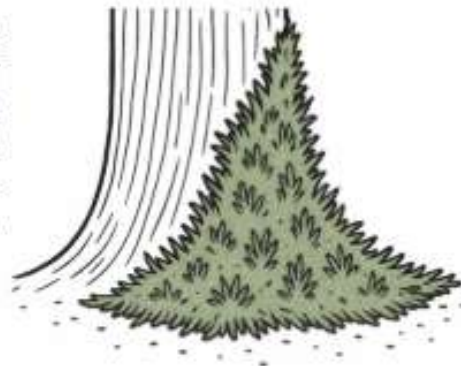
(Bioindicadores: Diagnostico de un Ecosistema) https://www.youtube.com/watch?v=PBcUI6_ZrIQ

Ejemplos (cotidianos)



"El canario en la mina" se refiere a una práctica real del pasado, donde los mineros llevaban canarios en jaulas para detectar gases tóxicos como el monóxido de carbono en las minas de carbón. Los pájaros eran mucho más sensibles a estos gases que los humanos, y si dejaban de cantar o se desmayaban, alertaban a los mineros para que evacuaran rápidamente el área.

Los musgos prosperan en ambientes con aire limpio y su ausencia o deterioro puede indicar contaminación, ya que actúan como un bioindicador natural debido a su capacidad para absorber y retener contaminantes atmosféricos, como el dióxido de nitrógeno y el material particulado.



15



Actividad Segunda fase: Exploración



Ejemplos (cotidianos)



Cuando el humo que se ve en el cielo que es gris, especialmente si es causado por fábricas o carros, es una señal clara de mala calidad del aire. Este humo es en realidad una mezcla de partículas sólidas y gases tóxicos, como óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que provienen de la quema de combustibles fósiles y son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente.

¿Cómo sabemos si un lugar está sano o contaminado sin usar máquinas?



"Un bioindicador es un ser vivo que nos da pistas sobre cómo está el ambiente. Si el ser cambia, crece o desaparece, significa que el lugar tiene algún problema o está sano."

Así como el canario o el musgo, las microalgas nos avisan de cómo está el agua. Si el agua está limpia, crecen equilibradas. Si el agua tiene contaminantes, cambian de color, se vuelven excesivas o desaparecen. Por eso, los científicos estudian las microalgas para saber si un humedal como el Tibanica está sano o enfermo





Actividad Segunda fase: Exploración



ACTIVIDAD 5 CONCLUSIÓN GRUPAL SOBRE LAS MICROALGAS

REDACCIÓN GRUPAL: ¿Qué aprendimos sobre el papel de las microalgas como bioindicadores de la contaminación del agua?

DIBUJO:

HUMEDAL SANO	HUMEDAL CONTAMINADO

FRASE FINAL





Actividad Tercera fase: Valoración



Tema: Microalgas y el cuidado del agua en nuestra comunidad	Grado: _____	Fecha: _____
---	--------------	--------------

<https://www.youtube.com/watch?v=y0GqpF002Dk>

ACTIVIDAD	PERÍODO DE EVALUACIÓN	
	Primero	Segundo
<p>Actividad 1: Mi compromiso con las microalgas y el agua</p> <p>Contenido: Acciones para la protección del agua.</p> <p>Objetivo: Reflexionar, a partir de la visualización de un video y un conversatorio, sobre cómo la contaminación del agua afecta a los ecosistemas y cómo las microalgas nos ayudan a reconocerlo, proponiendo compromisos concretos para la protección del Humedal Tibanica y otros cuerpos de agua.</p>	Comprensión del mensaje del video.	Reflexión y compromiso ciudadano.

¿Cuál fue el mensaje principal del video?

¿Qué relación encuentras entre lo visto y lo aprendido sobre las microalgas?





Redacta 3 compromisos para evitar la contaminación del agua y de los Humedales.

¿Qué fue lo que más aprendí de esta guía?

¿Qué te gustaría que mejorara de esta guía?

Actividad para Mural



“Cuidemos el agua, cuidemos la vida”

Escribe un mensaje sobre el cuidado del Humedal Tibanica