

**Práctica de campo para el reconocimiento de la diversidad acuática en la quebrada El
Herrero, Fosca Cundinamarca**

Yesid Stiven Pira Bustos

1000000970

2021210048

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciada en Biología

Modalidad: Proyecto de Aula

Asesora de trabajo de grado

Carolina Vargas Niño

Magíster en educación

**Línea de investigación, Enseñanza Ambiental: Retos y Perspectivas (EARP)
Grupo de investigación
CASCADA**

Universidad Nacional Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

Programa de Licenciatura en Biología

Bogotá D, C

2025

Índice de contenido

Introducción	6
Planteamiento del problema	7
Objetivos	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos	10
Justificación	11
Antecedentes	13
Antecedentes a nivel nacional.....	13
Antecedentes a nivel internacional.....	17
Antecedentes a nivel local	20
Marco teórico	22
Agua	22
Ríos Y quebradas.....	22
Macroinvertebrados acuáticos	25
Habitas y ambientes acuáticos.....	26
Trabajos prácticos	30
Practica de laboratorio.....	31
Practica de campo.....	33
Marco metodológico.....	36
Postura investigativa	36
Enfoque cualitativo.....	36
Paradigma hermeneúatico interpretativo	37

Contextualización zona de estudio	40
Descripción del municipio Fosca Cundinamarca	40
Contexto de la población.....	41
Estudiantes de curso 901 del grado noveno I.E.D María Medina.....	42
Discusión y análisis de resultados	42
Sesión 1. Identificación de saberes previos.....	43
Análisis Fase 1: Identificación de saberes previos	48
Análisis Fase 2: Sesión 1 (Parte teórica).....	50
Análisis Fase 2: Sesión 2 (Práctica de laboratorio)	53
Análisis Fase 2: Sesión 3 (Práctica de campo)	57
Análisis de resultados Fase 3	60
Referencias Bibliográficas	63

Índice de tablas

Tabla 1.....	38
Tabla 2.....	43
Tabla 3.....	45
Tabla 4.....	47
Tabla 5.....	50
Tabla 6.....	51
Tabla 7.....	54

Dedicatoria

A Luisa Fernanda Ortiz Rodríguez por el amor que medio, por ser la luz que me acompañó en gran parte de este proceso, cada conversación, cada momento que vivimos juntos me marco, dejando una huella dentro de mí que nunca podrá ser borrada, fuiste, eres y serás el amor de mi vida, te agradezco por tus enseñanzas, me han permitido crecer en este entramado viaje llamado vida, tenerte junto a mí fue toda una fortuna.

A mi mamá por estar junto a mí en los momentos que más necesite ayuda, por no abandonarme nunca, tenerme paciencia y brindarme tanto amor de forma incondicional, gracias por ser ese ángel en mi vida, te amo mamá, sin ti yo no sería nada en este mundo.

A mi abuela Nieves por la fuerza que me dio, por su cariño por ser mi inspiración, gracias por cada abrazo, y cada gesto que me ha guiado hasta aquí.

A mis amigos Norman y Mónica quienes me acompañaron durante todo este proceso, con quienes compartí desde primer semestre, gracias por su amor, por las risas y el sinfín de aventuras que se transformaron en experiencias significativas que guardare con todo el cariño y recordare hasta el día de mi muerte, parte de este proceso es gracias a ustedes dos, los amo con todo mi corazón.

A mi mejor amigo Marcos por escucharme y apoyarme en esos momentos de oscuridad, por las risas, por la motivación que me brinda cuando más lo necesitaba, sin importar la hora ni el motivo, gracias por ser más que un amigo, eres un hermano que la vida me regaló, un hermano al que quiero y amo, por eso y mucho más es que este logro no solo es mío sino tuyo también.

Agradecimientos

A mi padre por apoyarme en todo, por todo el esfuerzo que hace día a día, gracias, papá te amo.

A mi hermanita por todo el apoyo que me dio durante este proceso, y por ser la fuente de mi motivación a ser mejor cada día.

A mi tutora la profe Carolina por su enseñanza y guía, por el cariño que me brindó por ser una maestra increíble.

A la profe Ranita por mostrarme lo hermoso que es ser maestro y permitirme observar la importancia del maestro en la ruralidad, por transformar mi vida y apoyarme en todo durante la práctica.

A todos mis compañeros de semestre y de semestres anteriores a cada uno los guardo en el corazón, a través de los diálogos y debates me fueron construyendo, de cada uno fui tejiendo redes que me enseñaron y me permitieron reflexionar sobre mí que hacer como maestro, como sujeto, gracias a cada una de esas personitas tan maravillosas que conocí durante toda esta ventura.

A la universidad pedagógica nacional, por ser mi hogar, por ser el escenario que cambió mi forma de ver el mundo, por darme la oportunidad de ser parte de tan hermosa comunidad, por permitirme soñar y transformar.

Introducción

Colombia es un país reconocido por su riqueza natural y su diversidad biológica, donde el agua constituye uno de los elementos más representativos del territorio. Sin embargo, pese a la abundancia de fuentes hídricas, aún persiste un desconocimiento sobre los organismos que habitan en estos ecosistemas, especialmente aquellos de pequeño tamaño como los macroinvertebrados acuáticos. Estos seres, esenciales para el equilibrio ecológico, suelen pasar inadvertidos o ser asociados con suciedad o plagas, lo que limita su valoración dentro de la comunidad. En el municipio de Fosca, Cundinamarca, esta situación también se evidencia, pues no existe un reconocimiento profundo de la vida presente en las quebradas locales, como la quebrada El Herrero, ni de la importancia ecológica que poseen los macroinvertebrados que allí habitan.

En este contexto, el presente proyecto de aula busca fortalecer el conocimiento y la apropiación ambiental de los estudiantes del grado noveno del I.E.D. María Medina, promoviendo el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y su papel en la salud de los ecosistemas. Esta propuesta se fundamenta en la necesidad de vincular la enseñanza de la biología con la realidad del territorio, articulando la teoría con la experiencia directa. Tal como señala Roldán (2016), los macroinvertebrados son organismos bioindicadores cuya presencia permite evaluar la calidad del agua y comprender los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos, por lo que su estudio representa una oportunidad pedagógica para el aprendizaje científico contextualizado.

El objetivo general de este trabajo consiste en analizar cómo desde la práctica de campo se logra el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos para la exploración de las características ecológicas de la quebrada El Herrero con los estudiantes de grado noveno del I.E.D. María Medina. Para alcanzarlo, el proyecto se desarrolló en tres fases metodológicas: la Fase 1,

orientada a identificar los saberes previos de los estudiantes sobre los macroinvertebrados; la Fase 2, que comprendió la explicación teórica, las prácticas de laboratorio y la salida de campo; y la Fase 3, destinada al análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Entre los principales hallazgos se evidenció que, inicialmente, los estudiantes presentaban concepciones alejadas del conocimiento científico, asociando los macroinvertebrados con gusanos o parásitos terrestres. No obstante, tras las experiencias teóricas, experimentales y de campo, lograron reconocer su morfología, hábitat y función ecológica dentro de los ecosistemas acuáticos. Las prácticas de laboratorio y campo favorecieron el desarrollo de habilidades de observación y análisis, permitiendo una comprensión más profunda sobre el valor ambiental de estos organismos. En suma, este proyecto demuestra que la práctica de campo potencia la enseñanza de la biología al conectar el conocimiento científico con la experiencia vivida, así mismo es esenciales para promover la reflexión, la curiosidad y el pensamiento científico, por eso, el presente trabajo de grado no solo contribuye al reconocimiento de los macroinvertebrados acuáticos en Fosca, sino también a la formación de estudiantes conscientes, críticos y comprometidos con la conservación de sus ecosistemas naturales.

Planteamiento del problema

Colombia es un territorio megadiverso, goza de diferentes culturas y riquezas naturales, permitiendo que haya gran fauna y flora dentro del país, pero así mismo también es un territorio de agua, o como lo mencionan Jaramillo, Cortés y Flórez, en el libro Colombia anfibia volumen 1 “El agua colombiana es abundante, nuestra condición ecuatorial nos hace pluviales más que cualquier otro país” (p.7) aquí se refleja como la ubicación geográfica de Colombia permite que haya una alta disponibilidad hídrica a lo largo del territorio, debido a que las lluvias son constantes

durante la mayor parte del año, aun así a pesar de tener esta riqueza natural, no siempre existe una adecuada gestión y protección del recurso, o incluso no existe un reconocimiento de las fuentes hídricas que se encuentran en el territorio ocasionando que factores como la contaminación de los cuerpos de agua y las dinámicas de producción generen presiones sobre los ecosistemas acuáticos. Ahora bien, en este mismo sentido también existe un desconocimiento por parte de la población sobre la vida en el agua, debido a que se percibe o se habla del agua como un recurso económico para consumo, regar o para energía, provocando que se deje de ver estos cuerpo de agua como ecosistemas con valor propio, así mismo casi nunca se enseña sobre los organismos que habitan estos ecosistemas o se suele pensar solo en peces grandes, animales conocidos, pero se ignora la gran diversidad oculta, como lo son aquellos organismos pequeños o poco vistosos, en donde no general el mismo interés que algunos otros organismos para la población en general.

Teniendo en cuenta lo anterior dentro de ese desconocimiento de la vida en el agua se encuentra a los macroinvertebrados acuáticos, organismos que suelen ser ignorados en donde muchas persona los suelen ver como bichos sin importancia, sin reconocer su papel ecológico, de tal manera la misma población desconoce como estos organismos ayudan como bioindicadores de la calidad del agua, también se encuentra que la contaminación el descuido de ríos y quebradas hacen que la comunidad no tenga contacto directo con dichos organismos, y existente perspectivas culturales en donde se asocian estos organismos con suciedad o plagas, por ende no se valoran como parte esencial del ecosistema.

Siguiendo con este racionamiento, durante las observaciones y el acercamiento que se obtuvo durante el desarrollo de la práctica pedagógica realizada en Fosca Cundinamarca, se identifica que en el municipio no existe un reconocimiento de la totalidad de los cuerpos acuáticos presentes en el municipio, los mapa anclados en Plan de desarrollo (POD) 2024, no brindan información de la

totalidad de fuentes hídricas presentes en el territorio ocasionando así mismo que no se reconozca la vida presente en el agua y a los macroinvertebrados acuáticos, realizando también una búsqueda sobre trabajos de macroinvertebrados acuáticos se encontró que si bien en Cundinamarca y Colombia existen varias investigaciones en relación a los macroinvertebrados, no existe en Fosca trabajos con estos organismo.

Ahora bien la institución educativo I.E.D María Medina, en donde se desarrolló todo el trabajo de grado, cuenta con el proyecto ambiental escolar “La tierra nuestra casa” por este medio, se busca el reconocimiento del territorio con el fin de inculcar en sus estudiantes actitudes de respecto, conservación, preservación y cuidados de sí mismos y del ecosistema, conociendo la fauna y flora del municipio, para lograr esto el colegio implementa actividades como la huertas caseras urbanas, lombricultura, simbra escolar, mariposario y monitoreo de recursos hídricos.

Este último busca que los educandos exploren diferentes fuentes hídricas presentes en su medio, con el objetivo de que aprendan sobre técnicas de muestreo y análisis de aguas para que puedan medir sus diferentes parámetros y evaluar el estado en el que esta, así mismo que realicen informes, junto con propuestas para proteger y conservar los recursos hídricos, dentro de este contexto el colegio está desarrollando este proyectos con el apoyo de la alcaldía de Fosca, en pro de reconocer sus fuentes hídricas y la biodiversidad que allí habita, por lo tanto educativamente se puede aprovechar para enseñar conceptos ecológicos y biológicos distintos, así mismo resulta especialmente pertinente trabajarla con los estudiantes de noveno grado, ya que las temáticas se pueden relacionar con el estudio del agua y lo ecológico. Por otro lado, el proyecto de reconocimiento de las fuentes hídricas que desarrolla la institución María Medina en colaboración con la alcaldía de Fosca es proyecto que se desarrolla en décimo grado, de este modo, al

introducirlos desde noveno se brindan los elementos fundamentales para comprender lo que encontrarán en los cuerpos de agua el próximo año en grado decimo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se busca vigorizar el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos en pro del estado del ecosistema, con el fin de entender la importancia y la manera en que estos organismos pueden denotar la salud de este. Por otra parte, también se busca un reconocimiento de los macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada el Herrero, es así como el presente proyecto de aula surge con la idea de situar la práctica de campo como estrategia para:

¿Cómo desde la práctica de campo se logra el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos para la exploración de las características ecológicas de la quebrada el herrero con los estudiantes de grado noveno del I.E.D. María Medina?

Objetivos

Objetivo General

Analizar cómo desde la práctica de campo se logra el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos para la exploración de las características ecológicas de la quebrada el herrero con los estudiantes de grado noveno del I.E.D. María Medina

Objetivos Específicos

1. Indagar el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes de grado noveno sobre los macroinvertebrados acuáticos.
2. Identificar la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos, a través de práctica de laboratorio y salida de campo a la quebrada el herrero.

3. Establecer los elementos de la práctica de campo que la constituyen como estrategia para el reconocimiento y exploración de las características ecológicas de la quebrada el herrero

Justificación

Como maestro en formación de la Licenciatura en Biología, se consideró de gran importancia abordar el reconocimiento y estudio de la biodiversidad de los macroinvertebrados acuáticos, estos organismos, a pesar de desempeñar un papel esencial dentro de los ecosistemas hídricos, son poco conocidos y valorados por la mayoría de las personas, esta falta de visibilización provoca que no se les otorgue la debida atención en términos de conservación y protección, lo que repercute negativamente no solo en la preservación de estos seres vivos, sino también en la salud de los ecosistemas de los cuales forman parte.

El desconocimiento sobre los macroinvertebrados acuáticos limita la comprensión de las múltiples interacciones ecológicas que estos establecen en su entorno, así como los beneficios ambientales que aportan, estos organismos participan activamente en el ecosistema acuático, siendo además indicadores clave de la calidad ambiental de los cuerpos de agua, su presencia, abundancia o ausencia puede evidenciar el estado de conservación o el nivel de deterioro de un ecosistema, especialmente en aquellos ambientes afectados por actividades antrópicas, en este sentido, Fosca a pesar de ser un municipio con gran afluencia hídrica existe un desconocimiento por parte de la población sobre estos organismos y su importancia en los cuerpos de agua y el ecosistema, por ende resulta fundamental que tanto la comunidad educativa como los estudiantes del Colegio María Medina de Fosca puedan interactuar directamente con estos organismos, este tipo de experiencias favorecen procesos de apropiación del territorio y fortalecen la conciencia hacia lo natural,

permitiendo a los educandos reconocer no solo la riqueza biológica de su entorno, sino también las problemáticas ambientales que lo afectan.

Es importante volver a resaltar que el municipio de Fosca cuenta con una importante riqueza hídrica, por lo que se hace necesario observar, analizar y comprender el estado actual de sus ecosistemas acuáticos, el estudio de los macroinvertebrados acuáticos se presenta, así como una herramienta pedagógica y científica que posibilita la evaluación de la calidad del agua y el impacto de las actividades humanas en los cuerpos hídricos locales, por ello, se propone como estrategia pedagógica el desarrollo de actividades de laboratorio y salidas de campo orientadas al reconocimiento, identificación y clasificación de los macroinvertebrados acuáticos presentes en las fuentes hídricas de Fosca, estas actividades aportaran a la comunidad en que en la ampliación de su sentido de pertenencia y compromiso ambiental, además, este proceso permitirá a los estudiantes identificar los principales órdenes de macroinvertebrados acuáticos y comprender sus funciones ecológicas dentro del ecosistema.

Por otra parte, esta propuesta se articuló con el plan de aula de la docente titular, quien planteo durante el periodo académico el abordaje de temáticas relacionadas con la taxonomía, la sistemática y la evolución, contenidos que se vincularon directamente con el proyecto de aula, teniendo esto en cuenta es importante mencionar que la práctica pedagógica se desarrolla en este marco, por ende, el proyecto de grado deriva de la misma práctica, este trabajo de grado estuvo respaldado por el grupo de investigación CASCADA, específicamente desde la línea de investigación Enseñanza Ambiental: Retos Y Perspectivas (EARP). Esta línea tiene como uno de sus principales objetivos el diseño y validación de estrategias diversas y diferentes de enseñanza ambiental, lo cual ofreció un marco teórico y metodológico pertinente para el desarrollo del presente trabajo de grado.

Antecedentes

Antecedentes a nivel nacional

En primer lugar, el trabajo de, Aramendez, L. F. & Chinome, J. P. (2016) en su trabajo “Guía ilustrada de campo para el estudio de insectos acuáticos: una colecta que permite ver la vida” se enfoca en la creación de una guía de campo que facilita el estudio y la colecta alternativa de insectos acuáticos, esta investigación incorporó metodologías de observación y reconocimiento de hábitats, con una fase de validación que incluyó la identificación de organismos y la elaboración de una clave ilustrada para su uso educativo, esta guía combina estudios ecológicos, consejos de expertos y materiales visuales para la identificación taxonómica de las familias de insectos convirtiéndola en una herramienta educativa que promueve un aprendizaje activo al proporcionar información detallada de estos organismos.

El trabajo de grado mencionado anteriormente proporciona elementos clave que resultan altamente pertinentes para el desarrollo de mi proyecto, especialmente en lo relacionado con la elaboración de materiales didácticos que faciliten el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos, la guía ilustrada elaborada por los autores constituye un referente importante, ya que permite a los estudiantes y a la comunidad en general acercarse de manera visual y práctica a la identificación de insectos acuáticos, por lo tanto, esta propuesta representa un insumo valioso que podría ser adaptado para ser utilizado en el proyecto.

Asimismo el trabajo de López (2018) titulado “Material educativo para la enseñanza de las adaptaciones de los insectos acuáticos a partir del juego propiciando el reconocimiento de las dinámicas de los ecosistemas acuáticos” aborda la creación de materiales didácticos basados en juegos tradicionales para enseñar las adaptaciones de los insectos acuáticos, este proyecto categorizó las adaptaciones biológicas en procesos de alimentación, desplazamiento e intercambio

gaseoso, incorporando aspectos conductuales, fisiológicos y morfológicos para articular el aprendizaje científico con actividades lúdicas.

Este trabajo de grado es de gran aporte para mi proyecto, ya que proporciona un referente metodológico valioso para la creación de recursos educomunicativos que faciliten el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos, además, evidencia cómo el uso de estrategias lúdicas puede fortalecer la apropiación de conceptos ecológicos y biológicos en los estudiantes, aspecto fundamental para desarrollar procesos pedagógicos que promuevan el reconocimiento de los macroinvertebrados acuáticos y la conservación de los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, encontramos Socha (2020) en su trabajo de grado “Los macroinvertebrados acuáticos del curso alto del río Bogotá (Cundinamarca- Colombia): Análisis de guía de campo ilustrada para su identificación” se centra en la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos presentes el curso alto del río Bogotá y en la elaboración de una guía ilustrada para la identificación de los organismos, en su investigación, identifiqué una diversidad significativa de organismos y desarrollo una herramienta muy importante, con el objetivo de sensibilizar sobre el uso responsable del recurso hídrico y el cuidado de los organismos que se encuentran en el cuerpo de agua.

La guía ilustrada creada por el autor en este estudio puede servir como modelo para desarrollar material didáctico adaptado al contexto de Fosca, permitiendo la facilidad del reconocimiento y aprendizaje de los macroinvertebrados acuáticos presentes en el territorio, adicionalmente, la metodología empleada para la caracterización de especies puede ser replicada o adaptada en el proyecto.

En cuarto lugar está el proyecto de Carrillo (2021) titulado “Educación ambiental para niños sobre la importancia y la calidad del agua superficial” en el enfatiza la importancia de la educación ambiental en niños, enfocado se en el cuidado y preservación de las fuentes hídricas, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para identificar la calidad del agua, el autor desarrolla una página web que incluye imágenes y videos relacionados con la recolección y clasificación de macroinvertebrados, así como una guías y consejos para el monitoreo de la calidad del agua.

La creación del recurso digital que proporciona la autora ofrece una herramienta efectiva que puede nutrir el proyecto y complementar la enseñanza presencial, se puede adaptar para proporcionar a los estudiantes materiales accesibles y atractivos que refuercen el reconocimiento de los macroinvertebrados y el cuidado de las fuentes hídricas en Fosca.

Ahora bien, la investigación de Robledo (2021) que se titula “Fomentar habilidades del pensamiento crítico: enseñanza de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua” tiene como objetivo fomentar las habilidades del pensamiento crítico en estudiantes de educación superior, utilizando macroinvertebrados acuáticos como modelo para la enseñanza sobre bioindicadores de la calidad del agua, el autor aplico una metodología cualitativa para evaluar el impacto de esta estrategia educativa en el desarrollo del pensamiento crítico.

Aunque este estudio se centra en la educación superior, las estrategias utilizadas para desarrollar el pensamiento crítico a través del estudio de macroinvertebrados pueden ser adaptada para niveles escolares e implementado en el proyecto actividades que promuevan el análisis y la reflexión crítica en torno a la calidad del agua y los macroinvertebrados acuáticos haciendo más rica la investigación.

El trabajo de Chavarriá (2021) titulado “Composición y estructura de los macroinvertebrados acuáticos en áreas operativas de Ecopetrol (ventana Atuncela, Filandia, La Concha y Beltrán)” describe a composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados en diferentes áreas operativas de Ecopetrol, analizando cómo las variables ambientales y del paisaje influyen en la distribución de estos organismos en sistemas lóticos y lénticos.

Este estudio ofrece información sobre cómo factores ambientales y antropogénicos afectan a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, lo que puede ser relevante para identificar y mitigar impactos en las fuentes hídricas de Fosca, además, proporciona un marco para evaluar la salud ecológica de los ecosistemas acuáticos en tu área de estudio.

Teniendo en cuenta lo anterior, también se encuentra el trabajo de Bermúdez (2024) titulado “Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua para la cuenca media alta del río Teusacá: aproximación de ciencia participativa del uso del índice BMWP/COL” En el evaluó la calidad del agua en la subcuenca del río Teusacá mediante la recolecta de macroinvertebrados bentónicos, y en el proceso involucro a los estudiantes de educación básica en un enfoque de ciencia participativa, mencionando la importancia de que tuvieron los jóvenes en la recolecta e identificación de los organismos, trayendo en ellos también un sentido de exploración y pertenecía hacia el territorio por medio de su participación, los resultados mostraron que la mayoría de los organismo recuperados pertenecen a la clase incesa y que los diferentes puntos evaluados presentaban una calidad de agua deficiente o contaminada. Este estudio demuestra la efectividad de involucrar a estudiantes en actividades prácticas de monitoreo ambiental, utilizando macroinvertebrados, el desarrollar una metodología de ciencia participativa puede servir como modelo para diseñar actividades educativas en el presente

proyecto, permitiendo así el reconocimiento de los organismos y generando conciencia ambiental y un aprendizaje activo entre los educandos.

Antecedentes a nivel internacional

En un primer momento se encuentra Rieradevall, Prat (2013) con su artículo titulado “Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica” cuyo objetivo principal es presentar una revisión sobre el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos para evaluar la calidad del agua y su aplicación educativa en la enseñanza secundaria, como resultado, proponen estrategias y materiales didácticos que permiten acercar a los estudiantes al conocimiento de los ecosistemas fluviales y a la importancia de su conservación, facilitando el aprendizaje de conceptos ecológicos y promoviendo la participación activa en el cuidado del medio ambiente.

Adicional este artículo aporta de manera significativa a mi proyecto, ya que ofrece un respaldo teórico y metodológico sobre cómo los macroinvertebrados acuáticos pueden ser utilizados como recurso didáctico dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje, resulta fundamental porque no solo resalta el valor de estos organismos como indicadores biológicos de la calidad del agua, sino que también plantea estrategias pedagógicas que permiten acercar a los estudiantes al conocimiento de los ecosistemas acuáticos de una manera participativa y contextualizada, esto resulta de gran importancia para mi proyecto, ya que me permite comprender y adaptar propuestas metodológicas orientadas al reconocimiento y valoración de los macroinvertebrados acuáticos en el espacio escolar, favoreciendo aprendizajes significativos que integran el trabajo de campo, la observación directa y la reflexión ambiental, además, este artículo brinda ideas de actividades prácticas y recursos didácticos que pueden enriquecer y fortalecer las acciones pedagógicas de mi

proyecto, contribuyendo a que los estudiantes de Fosca no solo reconozcan e identifiquen a estos organismos, sino que también comprendan su rol ecológico y su importancia dentro de las dinámicas de los ecosistemas acuáticos.

En un segundo momento encontramos a Pillasagua (2018) quien desarrolla el proyecto de investigación “Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en usos de suelo bosque, urbano y agrícola en el río San Pablo, Cantón la Maná, Ecuador” En el que su objetivo principal fue evaluar la calidad del agua del río San Pablo a través de los macroinvertebrados acuáticos, entendiendo que estos organismos son excelentes bioindicadores por su sensibilidad a los cambios en el ambiente, el autor decidió realizar esta investigación debido a la preocupación por los niveles de contaminación y deterioro del río San Pablo, producto de las actividades humanas como la agricultura, la urbanización y la deforestación de las zonas de ribera, lo cual afecta directamente a los ecosistemas acuáticos, la finalidad del proyecto fue determinar cómo los diferentes usos del suelo (bosque, urbano y agrícola) influyen en la calidad del agua y en la diversidad de macroinvertebrados, aportando información científica útil para la gestión y conservación del recurso hídrico.

El proyecto anterior constituye un aporte fundamental para esta investigación, ya que permite comprender con mayor profundidad la relevancia ecológica de los macroinvertebrados acuáticos, asimismo, facilita la identificación y el análisis crítico del impacto que las diversas actividades antrópicas que se generan sobre los cuerpos de agua, evidenciándose dichas afectaciones en la disminución significativa o, en algunos casos, en la desaparición de las poblaciones de estos organismos, además, este proyecto proporciona una base importante para interpretar las posibles problemáticas ambientales presentes en los diferentes cuerpos de agua del municipio de Fosca,

resaltando la importancia de reconocer y valorar a los macroinvertebrados acuáticos como indicadores clave de la calidad y salud de los ecosistemas acuáticos.

En un tercer lugar, encontramos a Mazombite (2023) quien desarrolla su trabajo de grado con “Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay- Iquitos, Loreto. 2023” en este tuvo como finalidad evaluar la calidad biológica del agua en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay, ubicados en Iquitos, Loreto, mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, el autor desarrolló este proyecto motivado por la necesidad de conocer el estado ecológico de estos importantes ríos amazónicos, ya que son fuente de agua, pesca y recursos para la población, pero también están expuestos a diferentes niveles de contaminación debido a actividades humanas, como la descarga de aguas residuales, desechos domésticos y el crecimiento urbano, el objetivo principal fue determinar la calidad del agua basándose en la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes en las desembocaduras de ambos ríos, considerando que estos organismos son sensibles a los cambios ambientales y permiten conocer el grado de contaminación de un cuerpo de agua. el estudio concluyó que los macroinvertebrados acuáticos son herramientas fundamentales para el monitoreo ambiental y que su presencia o ausencia permite determinar el grado de contaminación de los ríos, aportando información valiosa para la conservación y gestión de los recursos hídricos en la región amazónica.

Este trabajo de grado representa un aporte significativo para proyecto, ya que resalta el valor ecológico y funcional de los macroinvertebrados acuáticos dentro de los ecosistemas, aspecto que se relaciona directamente con mi propósito central el cual va guiado al reconocimiento de estos organismos en las fuentes hídricas de Fosca, Cundinamarca, la investigación realizada por el autor permite evidenciar cómo el conocimiento y la identificación de los macroinvertebrados trasciende

el ámbito científico, convirtiéndose en una herramienta esencial para comprender el estado y la salud de los cuerpos de agua, de esta manera, su trabajo respalda la importancia de incorporar estos organismos en procesos educativos y comunitarios, pues reconocer sus características, diversidad y funciones permite fortalecer una mirada más consciente y responsable frente a la conservación de los ecosistemas acuáticos, así, los hallazgos de este proyecto aportan a mi trabajo no solo desde el componente biológico y ecológico, sino también desde la necesidad de visibilizar a los macroinvertebrados como seres vivos clave para el equilibrio y la protección de los recursos naturales.

Antecedentes a nivel local

En un primer momento que encontramos a Hernández (2015) con su trabajo titulado "Una historia del campo: Fosca memoria e historia 1940-1970" en el describe a través de relatos de vida la historia y las tradiciones campesinas de Fosca entre 1940 y 1970, resaltando aspectos relevantes de la vida rural y la memoria colectiva de sus habitantes.

Este trabajo aporta en el proyecto al describir una mirada histórica y cultural del municipio de Fosca que puede enriquecer mi trabajo al contextualizar las relaciones de la comunidad con los ecosistemas.

En un segundo momento se encontró el trabajo de grado titulado "El biomodelo como estrategia didáctica para la enseñanza de la fisiología de los anuros más representativos de Fosca (Cundinamarca) en pro de su conservación con estudiantes de grado séptimo del I.E.D. María Medina" por Beltrán (2022) Este estudio se enfocó en utilizar biomodelos como herramienta didáctica para enseñar la fisiología de los anuros (ranas y sapos) más representativos de Fosca a estudiantes de séptimo grado. El objetivo principal fue promover la conservación de estas especies mediante una comprensión más profunda de su biología y ecología.

La metodología empleada en este trabajo, que integra modelos biológicos en la enseñanza, puede servir como referencia para desarrollar estrategias educativas similares enfocadas en macroinvertebrados acuáticos, además, resalta la importancia de la educación ambiental en la conservación de la fauna local, lo cual es relevante para el proyecto.

En un tercer momento tenemos el trabajo de Lugo (2024) titulado "Catálogo Taxonómico de Mariposas: Aproximación a los Servicios Ambientales a partir de la Bioindicación con Lepidópteros en Algunas Zonas Perturbadas de Fosca, Cundinamarca" Este estudio se centra en la elaboración de un catálogo taxonómico de mariposas en áreas perturbadas del municipio de Fosca, empleando a los lepidópteros como bioindicadores para evaluar los servicios ambientales presentes en estas zonas. Además de este objetivo principal, el trabajo realizado por la autora me permite observar y analizar la caracterización que hizo tanto del colegio como del curso con el que trabajó. Al tratarse del mismo colegio, el Colegio María Medina, este trabajo previo me ofrece un valioso referente para comprender diversas dinámicas institucionales y estrategias pedagógicas relacionadas con la enseñanza de organismos vivos. Es importante destacar que la autora desarrolló su proyecto con el curso 901 del año 2024, mientras que mi proyecto se está llevando a cabo con el curso 901 del año 2025, si bien se trata de poblaciones diferentes, este antecedente me brinda una orientación inicial sobre cómo planear, abordar y desarrollar actividades de investigación con estudiantes de grado noveno dentro del contexto particular del Colegio María Medina, facilitando así la adaptación de estrategias y metodologías adecuadas a las características del nuevo grupo.

Marco teórico

En el presente apartado se presentarán las nociones de diferentes autores y las posturas construidas a partir de los conceptos estructurantes que construyen la presente investigación, buscando que los lectores reconozcan los conceptos centrales que fueron utilizados en el presente trabajo de grado.

Agua

El agua es el elemento más importante en la tierra, es la fuente vital de la vida, y de la cual el ser humano a dependido, durante toda su historia esencial para su supervivencia, así mismo existen una gran infinidad de organismos que interactúan con el agua durante toda su vida, Roldán (2012) menciona que:

“La vida surgió en el agua y esta es esencial para el mantenimiento de todo tipo de vida en nuestro planeta. Ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta. El agua disuelve rocas, erosiona terrenos y arrastra sedimentos a lagos, ríos y al océano. Cubre el 71% de la superficie de la tierra y es el medio natural para muchas formas de vida.” (p.15)

Teniendo en cuenta lo anterior podemos afirmar que dentro del agua se encuentran una infinidad de organismos que interactúan en este medio y que dependen de el para su vida.

Ríos y quebradas

Los ríos y las quebradas tienen una amplia definición desde diferentes miradas y perspectivas y en cada una se integran tanto lo físico como lo ecológico, en este sentido, González et al. (2014) señalan que un río es una corriente natural, la cual está fluyendo de manera continua por un cause, desde su lugar de nacimiento, hasta donde desemboca ya sea en otro río, lago o mar, aquí el autor resalta el carácter dinámico del río como un sistema en movimiento que se conecta con diferentes cuerpos de agua.

Por su parte, Liévano y Ospina (2007) aportan una visión más simbólica definiendo las “corrientes de agua son las venas de la tierra y el agua que por ellas corre es aquella parte de la precipitación que no ha sido retenida por los diferentes estratos del suelo o que no se ha infiltrado en las capas geológicas” (p.17) aquí se enfatiza un papel vital del río, que actúa como medio de transporte y conexión del ciclo hidrológico, también se comparte una misma idea con González teniendo una visión integral del río como un sistema vivo y dinámico, los dos autores coinciden en que el río no es un elemento estático, sino una corriente continua que tienen múltiples conexiones y se articula con diferentes cuerpos de agua.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito González et al. (2014) trae a colación la definición de un río desde un enfoque ecológico en donde menciona que: “un río es un ecosistema dinámico y complejo caracterizado por la presencia de agua dulce en movimiento que recorre distancias en favor de la gravedad a través de un lecho o cauce” (p.8), el autor permite comprender al río no solo como una corriente física, sino que lo ve como un ecosistema interdependiente, en el que ocurren diferentes procesos biológicos, físicos y químicos. De forma complementaria, Liévano y Ospina (2007) plantea que:

“el río es un sistema integrado entre el medio acuático y el terrestre de tal manera que el volumen (cantidad) y la composición química (calidad) de sus aguas es un reflejo de las características y de los fenómenos físicos y biológicos, así como los procesos e interacción que suceden en toda el área de captación de su cuenca” (p.17), aquí se resalta una estrecha relación entre el río y su cuenca hidrológica, en la que los factores ambientales y las actividades del ser humano determina el estado ecológico del río, en este sentido los dos autores destacan como el estado del río puede reflejar las condiciones del entorno que lo rodea, es decir el río se concibe como un indicador ecológico

del equilibrio ambiental, en donde el agua, suelo, organismo y clima, cumplen un papel esencial dentro de este sistema de interrelaciones continuas.

En este mismo sentido González et al. (2014) menciona que el río en su recorrido se establecen diferentes interacciones y una conectividad ecológica, así mismo el río en su fluir traslada energía, materia y nutrientes, los cuales son necesarios para los diferentes ecosistemas que se encuentren por el todo trayecto del río.

Finalmente, González et al. (2014), menciona que “un río es algo más que el medio por donde pasa un caudal. Se debe tomar en cuenta que el río posee zonas ecológicamente relevantes” (p.9) el autor también menciona que estas zonas ecológicamente relevantes se manifiestan en distintos componentes del ecosistema fluvial, en donde se encuentra la zona ribera y de llanura de inundación, que es caracterizada la vegetación, la zona hiporreica, que corresponde a las aguas subterráneas y el cause que posee una gran diversidad de microambientes que sirven de hábitat para diferentes especies de flora y fauna.

Figura 1. Zonas ecológicas relevantes de un río



Fuente: (González et al. 2014)

Por otro lado, también se menciona que los ríos y quebradas representan más que el agua que fluye por ellos y que es un sistema que está estructurado por cinco elementos, como son:

“El cause físico o canal, La orilla o zona riparia, El área de captación o cuenca hidrográfica, El agua o descarga hidrográfica y, por último, La biota o los seres vivos asociados o que dependen directamente del medio acuático que ofrece el río” (Liévano y Ospina, 2007, p.18)

Con todo lo anterior, se consolida una comprensión del río y la quebrada como sistemas vivos, que son complejos e interdependientes en donde hay una trascendencia convirtiéndose en escenarios educativos, culturales que poseen interacciones ecológicas, esto permite reconocer en este espacio un laboratorio natural que permite el aprendizaje y la exploración científica junto con la conexión con el territorio. Siendo esto las bases sobre el entendimiento de los ríos y quebradas, que permite en tender como está estructurada la quebrada El Herrero en Fosca Cundinamarca.

Macroinvertebrados acuáticos

En concordancia con lo expuesto en el anterior apartado, en donde se abordó el agua y su importancia para la vida, ahora se presentará a una parte de la diversidad de organismos que encontramos en los cuerpos de agua y que cumplen diferentes funciones en estos ecosistemas, son conocidos como macroinvertebrados acuáticos.

Ahora bien, para comprender este grupo, es necesario definir primero qué es lo que se entiende por invertebrado y que significa macro. En este sentido Liévano y Ospina (2007) definen a “Los llamados invertebrados en zoología no son un grupo “natural” por cuanto incluyen representantes de muy varios linajes evolutivos, que sólo comparten la característica de no poseer una columna vertebral o el rudimento en ella”(p.20) aquí el autor nos permite comprender que el termino “invertebrados” abarca una amplia gama de organismo que poseen diferentes formas, adaptaciones

y roles ecológicos en este sentido, Liévano y Ospina (2007) también mencionan que. “El prefijo macro hace referencia al tamaño, separando a los organismos observables a simple vista o mediante lupa o estetoscopios (a partir de unas 250 micras), de otros organismos más pequeños” (p.20). Asimismo, también menciona que en los macroinvertebrados solemos encontrar varios grupos como lo son platelmintos, anélidos, moluscos, pero la mayoría son artrópodos en mayor proporción insectos acuáticos.

Esta idea se complementa con lo planteado por Roldán (2022), quien define a los macroinvertebrados como “todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente.” (p.254) además el autor señala que reciben el nombre macroinvertebrado, por la medida que pueden tener estos organismos dado que “su tamaño va de 0.5mm hasta alrededor de 5.0mm, por lo que se les puede observar a simple vista.” (Roldán, 2022, p.254).

Habitas y ambientes acuáticos

El hábitat es el lugar en donde podemos encontrar al organismo y también es donde desarrolla sus interacciones con el ecosistema Roldán (2012) define hábitat como “al lugar específico en que vive un organismo: el nicho, al papel que desempeña en la comunidad” (p.29) asimismo el autor menciona que son variados los hábitats acuáticos y que representan a diferentes comunidades. En sus palabras, “viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación: otros habitan en las orillas, adheridos a la vegetación emergente o sumergidos. Unos viven en la superficie del agua, en tanto que otros nadan en ella como los peces.” (Roldán, 2012, p.29).

Ahora bien, de acuerdo con Hanson et al. (2010), los ambiente en donde pueden habitar los macroinvertebrados “se distinguen entre aguas de corriente (ambientes lóaticos) versus las aguas sin corrientes (ambientes líticos).” (p.4). Los autores explican que “la primera categoría incluye ríos y quebradas mientras que la segunda incluye lagos, lagunas, pantanos y agua que se acumula en varios tipos de recipientes, desde una bromelia hasta una lata vacía.” (Hanson et al,2010, p.4). Teniendo en cuenta lo anterior, Hanson et al. (2010) también señalan que “los ambientes lóaticos, especialmente los ríos de aguas limpias y bien oxigenadas son los ecosistemas de agua dulce que albergan la mayor diversidad de macroinvertebrados.” (p.4). En contraste

“Los ambientes lénticos poseen en general menos diversidad de microhábitats que los lóaticos. La orilla de una laguna, la zona litoral, tiene aguas someras con plantas creciendo en el fondo y a menudo ésta es la única zona que existe en un pantano. Por lo general la zona litoral contiene el mayor numero de especies de macroinvertebrados en los ambientes lénticos.” (Hanson et al, 2010, p.4).

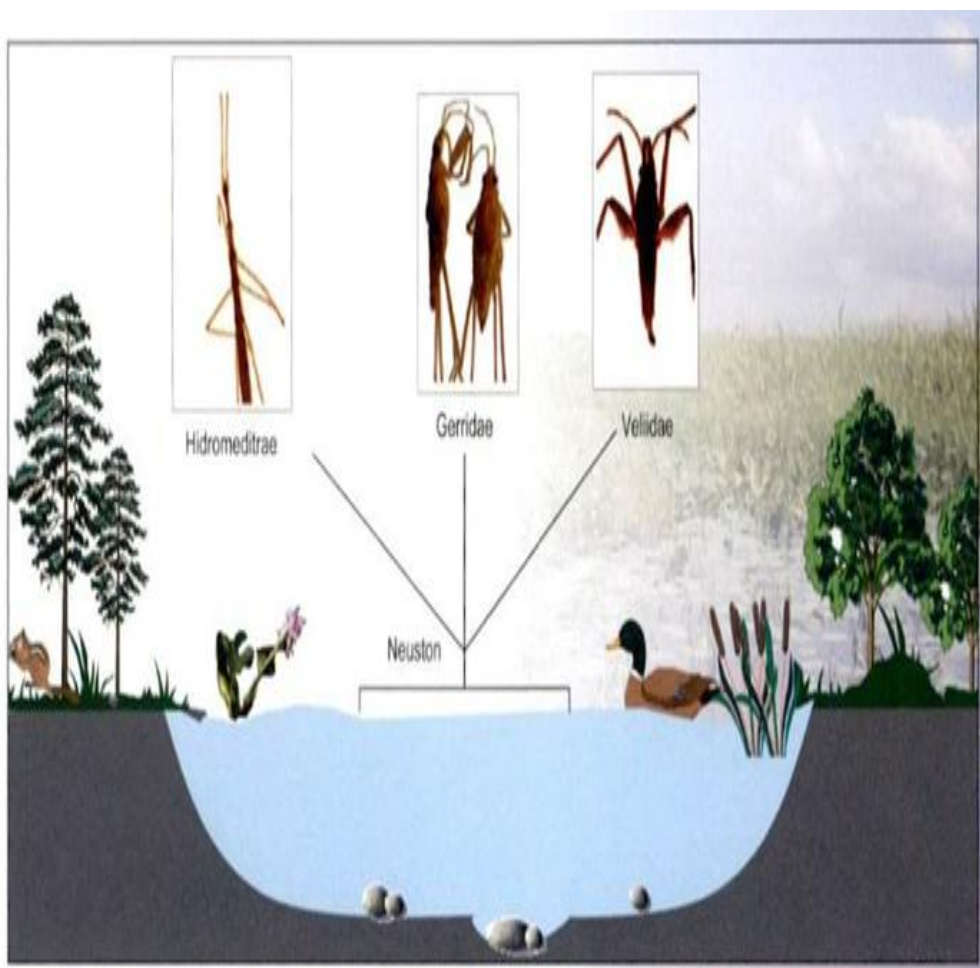
Por su parte, Liévano y Ospina (2007) aporta una clasificación más detallada de los hábitats que puede ocupar los organismos acuáticos, señalando que:

“En estos ambientes acuáticos las poblaciones de organismo ocupan determinados sectores o hábitats que ofrecen recursos y condiciones físicas determinadas. Se habla por ejemplo del “*neuston*” para referirse a los organismos que viven sobre la superficie del agua, del “*plancton*” para aquellos que ocupan la columna de agua y del “*bentos*” para aquellos que viven en contacto o asociados a sustratos fijos o del fondo del río” (p.21)

A partir de lo anterior, se comprende que los macroinvertebrados acuáticos pueden encontrarse en distintos niveles de cuerpos de agua, ya sea en la superficie, en la columna o en el fondo de dependiendo de sus adaptaciones fisiológicas morfológicas. En este sentido, Roldán (2012)

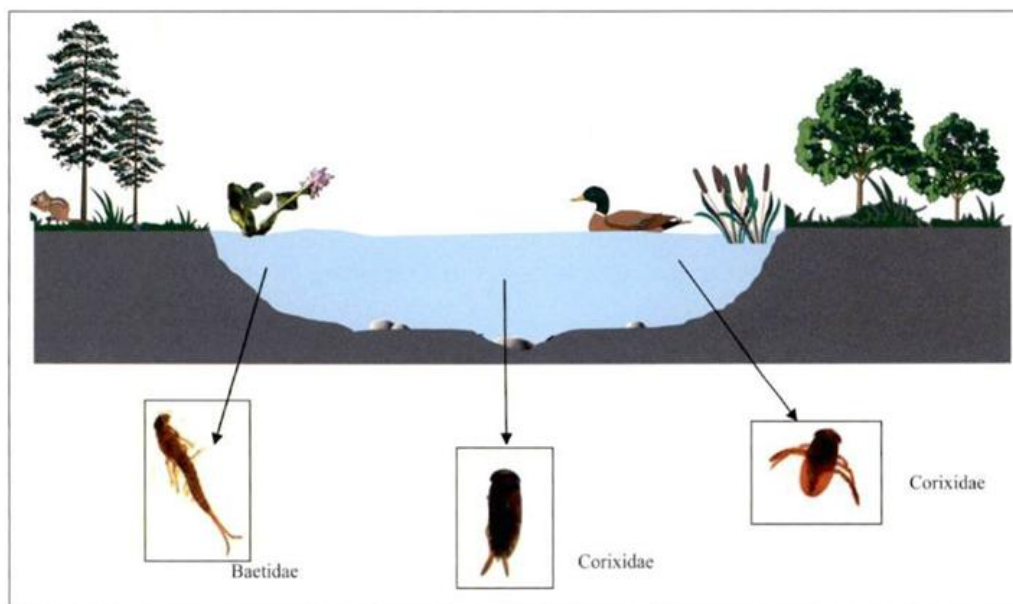
profundiza en esta clasificación al describir que el término *neuston* “se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial” (p. 30) (ver Figura 2). Del mismo modo, Roldán (2012) presenta el *nécton*, conformado por los organismos que nadan libremente en el agua (ver Figura 3), y el *bentos*, que incluye a los organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a rocas, troncos, piedras, restos de vegetación y sustratos (ver Figura 4).

Figura 2. Macroinvertebrados acuáticos del neuston



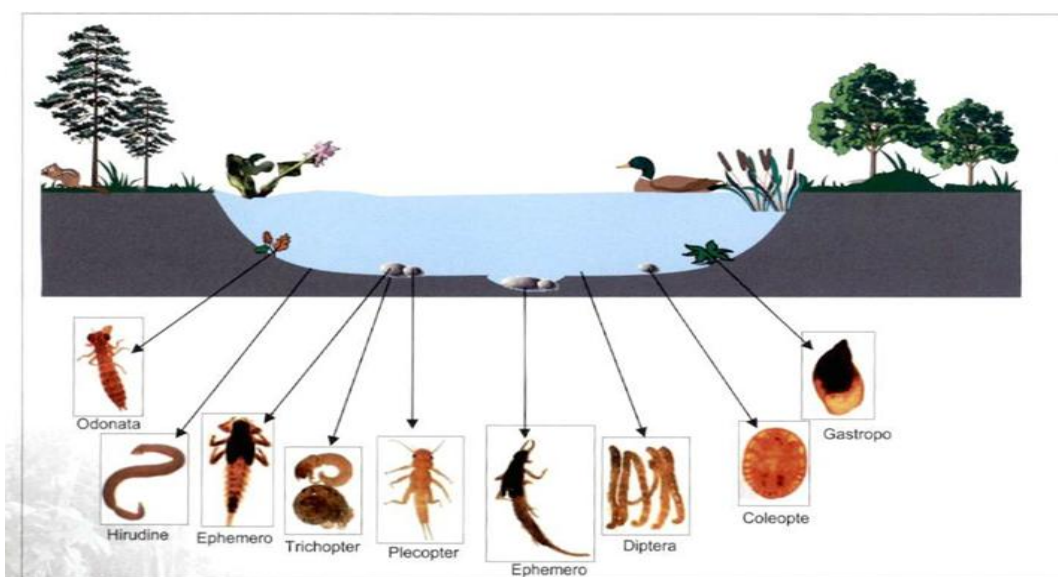
Fuente: (Roldán Pérez, 2012)

Figura 3. Macroinvertebrados acuáticos del necton



Fuente: (Roldán Pérez, 2012)

Figura 4. Macroinvertebrados acuáticos del Benton



Fuente: (Roldán Pérez, 2012)

Al hacer un recorrido de la diversidad biológica de los macroinvertebrados acuáticos, se revela su compleja red de interacciones dentro de los ecosistemas, haciendo evidente el papel dentro de estas dinámicas ecológicas del agua, cada autor citado no solo nos permite evidenciar sus adaptaciones, sino también permiten entender que son bioindicadores, organismos de descomposición y reguladores de la cadena trófica. El comprenderlos nos permite visibilizar su valor, educativo, ecológico y simbólico, pues su presencia no refleja el equilibrio de los sistemas hídricos y nuestra manera de habitar el territorio, ofreciendo una oportunidad pedagógica para el reconocimiento de la vida oculta en los ríos y quebradas, como la quebrada El Herrero en Fosca.

Trabajos prácticos

Los trabajos prácticos se constituyen como una estrategia fundamental para la enseñanza de las ciencias, ya que permiten la articulación entre la teoría y la experiencia. Medellín et al. (2016) señalan que “los trabajos prácticos se han utilizado como una estrategia que permite el aprendizaje de forma asequible, real y evidenciable para el estudiante” (p. 19). Desde esta perspectiva, se configuran como espacios donde el conocimiento se construye activamente, a partir de la interacción del estudiante con fenómenos naturales que puede observar, analizar y discutir.

Los trabajos prácticos no solo promueven la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de habilidades científicas, como la observación, la formulación de hipótesis, el análisis de datos y la argumentación. Según los mismos autores, estos escenarios “habilitan ambientes dinámicos de comprensión del conocimiento, en donde se lleva a cabo un proceso de identificación de ideas previas, ejemplificación, surgimiento de dudas e interacción entre el discurso y la práctica” (Medellín et al., 2016, p. 20). De esta forma, el estudiante deja de ser un receptor pasivo y se convierte en protagonista del proceso de construcción del conocimiento.

El carácter experimental de los trabajos prácticos impulsa un aprendizaje reflexivo, en el que la contrastación entre lo teórico y lo empírico permite construir explicaciones sustentadas. Para López y Tamayo (2012), las actividades experimentales “no solo deben ser vistas como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales” (p. 147). Así, el trabajo práctico se transforma en una oportunidad para promover la curiosidad científica, la cooperación y la argumentación, elementos indispensables para la formación integral en ciencias.

Históricamente, los trabajos prácticos han sido considerados la esencia de la enseñanza experimental. Según Kuhn (1982, citado en Medellín et al., 2016), “la función del experimento es la de contribuir a eliminar una confusión previa, forzando al científico a reconocer contradicciones inherentes a su manera de pensar” (p. 21). En el aula, esta dinámica se traduce en el fortalecimiento del pensamiento crítico y en la superación de concepciones previas no científicas, permitiendo que el estudiante experimente la ciencia como un proceso vivo de indagación.

Por tanto, los trabajos prácticos no solo acercan a los estudiantes a los métodos de la ciencia, sino que también constituyen una experiencia transformadora. Como afirma Larrosa (s.f., citado en Medellín et al., 2016), la experiencia educativa “es aquello que ocurre, que transforma al sujeto, que lo hace distinto y que divide el antes del ahora desde el suceso” (p. 12). En este sentido, cada trabajo práctico se convierte en un acto de reflexión y descubrimiento, donde el aprendizaje surge del encuentro entre el saber, el hacer y el sentir.

Practica de laboratorio

Las prácticas de laboratorio son un componente esencial en la enseñanza de la biología naturales, pues permiten la integración entre el conocimiento teórico y la experiencia directa con los

fenómenos. Según López y Tamayo (2012), “la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas” (p. 146). Este tipo de prácticas proporcionan al estudiante la posibilidad de aprender haciendo, comprendiendo los procesos científicos a través de la observación, la manipulación de materiales y la reflexión sobre los resultados obtenidos.

Sin embargo, los mismos autores advierten que en muchos programas educativos las prácticas de laboratorio se reducen a ejercicios mecánicos o de tipo “receta”, en los cuales “los estudiantes deben seguir ciertos algoritmos o pasos para llegar a una conclusión predeterminada” (López y Tamayo, 2012, p. 145). Este tipo de actividades limita el desarrollo del pensamiento científico, pues convierte el laboratorio en un espacio de repetición y no de construcción de conocimiento. Frente a ello, López y Tamayo (2012) proponen un enfoque constructivista, donde las prácticas experimentales “favorezcan el análisis de resultados por parte de los estudiantes” y promuevan “el aprendizaje profundo de las ciencias” (p. 149).

En esta misma línea, Medellín et al. (2016) reconocen que las prácticas de laboratorio son escenarios formativos que estimulan la comprensión del conocimiento desde la experiencia. Para los autores, “el trabajo realizado desde los laboratorios tiene un papel fundamental dentro de la formación de licenciados en biología, en tanto estas prácticas promueven el aprendizaje de las ciencias y permiten a los estudiantes cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad” (p. 22). De esta manera, el laboratorio se convierte en un espacio dialógico donde el estudiante analiza, contrasta y reflexiona, comprendiendo la ciencia como una construcción colectiva y dinámica.

Además, Medellín et al. (2016) resaltan que la práctica experimental posibilita “la conformación de habilidades que conduzcan al pensamiento científico, desarrollando en los estudiantes cambios

paradigmáticos a través de la contrastación de sus creencias tradicionales” (p. 22). Esto significa que el laboratorio no solo forma en técnicas o procedimientos, sino también en actitudes críticas y argumentativas, esenciales para la comprensión de los fenómenos naturales. Así, la práctica experimental se configura como una herramienta para cuestionar la certeza, el dogma y la verdad absoluta, impulsando al estudiante a explorar, observar, formular hipótesis y discutir evidencias.

Desde esta mirada, las prácticas de laboratorio deben ser concebidas como una oportunidad para que el futuro docente experimente la ciencia como un proceso abierto y creativo. López y Tamayo (2012) sostienen que el trabajo experimental “favorece el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad” (p. 147), mientras que Medellín et al. (2016) agregan que “el docente debe propiciar mediante el trabajo práctico los cambios de pensamiento a otros más estructurados en los estudiantes” (p. 21). Ambos enfoques convergen en la idea de que la práctica experimental no se limita a comprobar teorías, sino que busca formar sujetos capaces de pensar científicamente, observar críticamente y construir conocimiento desde la experiencia.

Por tanto, las prácticas de laboratorio representan un espacio de aprendizaje significativo en el que el estudiante no solo adquiere destrezas técnicas, sino también una comprensión más profunda del proceso científico.

Practica de campo

Las prácticas de campo constituyen una estrategia pedagógica de gran, al posibilitar el aprendizaje en contextos reales donde el estudiante interactúa con su entorno. Según Aguilera (2018), las salidas o prácticas de campo son “actividades con fines educativos desarrolladas fuera del aula, en un ambiente interactivo capaz de proveer al alumnado de experiencias” (p.3). Estas experiencias

permiten establecer relaciones entre la teoría y la práctica, promover la observación directa de los fenómenos naturales y fortalecer el aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva, las prácticas de campo se entienden como escenarios en los que el conocimiento científico se construye de forma vivencial, a través de la exploración, la indagación y la reflexión sobre los procesos observados. Para Medellín et al (2016), “las prácticas de campo se convierten en escenarios de encuentro con el conocimiento y la experiencia, donde el estudiante aprende desde la vivencia, el contexto y la realidad que lo rodea” (p. 38). Así, el trabajo de campo se configura como una oportunidad para comprender la ciencia más allá del aula, integrando los saberes científicos con los sociales, culturales y ambientales.

En este sentido, Aguilera (2018) destaca que las salidas de campo “fomentan actitudes positivas hacia la ciencia, incrementan la motivación y mejoran la comprensión de los contenidos” (p.4). Al situar al estudiante frente a fenómenos reales, se promueve una conexión emocional y cognitiva con el aprendizaje, generando procesos de apropiación más duraderos. Estas experiencias, además, potencian la interdisciplinariedad, ya que vinculan los conceptos de biología, geología, ecología y educación ambiental en un mismo contexto de estudio.

De igual manera, Medellín et al. (2016) señalan que las prácticas de campo “posibilitan la comprensión del conocimiento científico desde su construcción en la experiencia evidenciable, en complementariedad con el conocimiento comprendido y apropiado” (p. 38). Desde esta mirada, la práctica de campo no solo permite observar la realidad, sino también cuestionarla, interpretarla y reconstruirla, constituyéndose en un espacio de reflexión sobre el entorno y sobre la relación del ser humano con la naturaleza.

Por tanto, las prácticas de campo no se reducen a la simple observación de un paisaje o de organismos, sino que promueven la investigación, la problematización del contexto y el desarrollo

de habilidades científicas como la observación sistemática, la toma de datos, la formulación de hipótesis y la interpretación de resultados. Aguilera (2018) afirma que estas experiencias “contribuyen a la adquisición de competencias científicas y a la comprensión de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad” (p.5), fortaleciendo una visión crítica y contextualizada del conocimiento.

En el marco de esta investigación, las prácticas de campo se asumen como una estrategia didáctica que permite a los estudiantes relacionar la teoría con la realidad ecológica y social, comprender las dinámicas de los ecosistemas y reflexionar sobre su papel como futuros docentes e investigadores. Tal como sostienen Medellín et al. (2016), “la experiencia de campo no se limita a la observación, sino que implica la vivencia, el análisis y la construcción de significados que transforman al sujeto y su manera de comprender el mundo” (p. 39). De esta forma, el aprendizaje trasciende el aula y se convierte en una experiencia significativa que integra conocimiento, sensibilidad y compromiso con el entorno.

Ahora bien, con todo lo anteriormente expuesto, podemos aludir que los la practica de laboratorio y las practicas de ampo se consolidar como pilares esenciales para el desarrollo de este proyecto, al posibilitar una comprensión más vivencial y reflexiva de la biología, esto se da como una estrategia que permite trascender la enseñanza teórica a un aprendizaje situado, donde el conocimiento se construye a partir del contacto directo con los fenómenos naturales que surgen en el territorio, junto con un dialogo paulatino, estos elemento también permiten un pensamiento crítico, que revela las problemáticas ecológicas en Fosca Cundinamarca. En el contexto de este trabajo, dichas practicas se convierten en un medio para resignificar la enseñanza de la biología, fomentando una concesión más consiente, ética y comprometida con la vida, es aquí donde encontramos la forma formular y crear la guía de campo para la quebrada El Herrero y

entendiéndolo como un escenario que inspira la construcción de saberes y la formación de sujetos que actúan desde el cuidado de la vida.

Marco metodológico

Postura investigativa

Enfoque cualitativo

El presente trabajo de grado en la modalidad de proyecto de aula se construye a partir de un enfoque investigativo cualitativo en donde Balderas (2017) expone que: “la investigación cualitativa permite el acercamiento a las experiencias de los sujetos, según sea el interés de le estudio a realizar. Posibilita aproximarse a las vivencias de los sujetos en una ubicación contextual y temporal.” (p.8). Desde esta perspectiva, encontramos que el enfoque cualitativo está orientado a comprender las realidades desde la mirada de los propios participantes, haciendo un reconocimiento en la importancia del contexto en la construcción de significados.

En concordancia con loa anterior Balderas (2017) también menciona que: “En estos estudios, los sujetos comparten su perspectiva sobre diferentes temas para que el investigador se adentre en la visión de ese mundo, desde el propio lenguaje de los sujetos.” (p.8). De esta forma, el enfoque cualitativo permite la comprensión de las percepciones, saberes y experiencias de los estudiantes frente al objeto de estudio, valorando sus interpretaciones y el sentido que le otorgan a los fenómenos que observan.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es importante el destacar que, en este enfoque cualitativo, el investigador tiene un papel, que no se limita a observar, sino que más bien busca comprender la realidad desde una mirada de quien la vive, es así como el investigado “trata de identificarse con las personas que estudia para comprender cómo experimenta la realidad”

(Quecedo y Cataño, 2002, como se cita en Taylor y Bogdan, 1986, p.8). Esto refuerza la idea de que el investigador se convierte en un mediador de significados, ahora bien, nuevamente Quecedo y Cataño (2002, como se cita en Zabalza, 1988) menciona que la comprensión es un proceso muy dinámico en el que “en cada nuevo conocimiento el intérprete sobrepasa los límites de sus propias preconcepciones y elabora un nuevo horizonte de interpretación, que a su vez actúa como preconcepción en las fases siguientes” (p.13). Es así como la comprensión no se concibe como una acción estática sino como una construcción que se mantiene continua y se transforma con cada una de las interacciones y reflexiones que tiene el investigador frente al fenómeno de estudio.

En coherencia con lo planteado, este trabajo de grado se enmarca en la realidad del municipio de Fosca, teniendo en cuenta el estudio de los macroinvertebrados acuáticos, donde se configuran como una oportunidad que permite la enseñanza de la biología con la comprensión del territorio, es aquí que la práctica de campo se consolida como una estrategia, que permite a los estudiantes observar, identificar y analizar los macroinvertebrados acuáticos en su ambiente, en este sentido la propuesta surge a partir de la práctica pedagógica, llevada a cabo con los estudiantes de noveno del I.E.D María Medina.

Paradigma hermenéutico interpretativo

Ahora bien, las actividades desarrolladas se estructurarán por medio del enfoque interpretativo hermenéutico, donde se busca hacer una lectura de la realidad o como señala

Sandín (2022), este paradigma permite que se comprenda las intenciones y significados que los sujetos atribuyen a las acciones en los contextos, en este sentido, la investigación va orientada hacia una comprensión profunda desde las experiencias de los estudiantes, que reconoce sus percepciones y saberes y su forma de relacionarse con el territorio, con esto el paradigma

hermeneúico interpretativo se fundamente en ese sentido de las acciones humanas, en donde se entiende que cada individuo construye su propia realidad por medio de las interpretaciones que otorga a lo que vive y experimenta, en palabras de Barrero Et al (2011), este enfoque está centrado en el desentrañar esos significados sociales y personales que guían las creencias, intenciones y motivos de los sujetos, permitiéndoles así acceder a una nueva dimensión subjetiva de la realidad que permite evidenciar un conjunto de visiones diversas que se entrelazan en la interacción social. Ahora bien, este proyecto está construido en 3 Fases, que corresponde a un objetivo específico, ahora se detallara cada una de estas etapas.

Tabla 1. Fases metodológicas.

Fase	Nombre de la Fase	Descripción
Fase 1- sesión 1	Indagación	Esta primera fase se abordó la caracterización y contextualización de los educandos, además de la identificación de saberes previos sobre los macroinvertebrados acuáticos.
Fase 2 - sesión 1	Parte teórica	Se desarrollan los fundamentos conceptuales relacionados con los macroinvertebrados acuáticos en relación con su morfología y su importancia ecológica y habitas, esta fase tuvo como propósito prepararlos para las actividades prácticas posteriores en laboratorio y campo.
Fase 2 –sesión 2	Practica de laboratorio	Durante esta sesión se llevó a cabo una práctica de laboratorio orientada al

		<p>reconocimiento morfológico de los macroinvertebrados acuáticos, los estudiantes observaron muestras en alcohol, identificaron estructuras corporales y características distintivas de los principales grupos, como insectos, moluscos, a través de estetoscopios digitales, se promovió el desarrollo de habilidades de observación, descripción, esta experiencia permitió afianzar los conceptos teóricos abordados previamente y preparar a los estudiantes para el reconocimiento de los organismos en el trabajo de campo.</p>
<p>Fase 2 – sesión 3</p>	<p>Practica de campo</p>	<p>Se realizó una salida de campo a la quebrada El Herrero, con el propósito de reconocer directamente las características ecológicas del ecosistema y observar los macroinvertebrados acuáticos en su ambiente natural, los estudiantes aplicaron los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores, identificando hábitats, recolectando muestras y registrando observaciones sobre las condiciones físicas</p>

		del entorno, como la velocidad del agua, el tipo de sustrato y la vegetación ribereña.
Fase 3	Resultados de la practica de campo	Como parte del análisis del proyecto, se elaboró un cuadro que contiene los resultados de la practica de campo

Contextualización zona de estudio

Descripción del municipio Fosca Cundinamarca

Fosca es un municipio que hace parte del departamento de Cundinamarca, este presenta una panorámica rodeada montañas, ahora bien el plan de desarrollo territorial (POD) (2024) Menciona que está situado en la provincia del oriente, a 62 Km Bogotá y a 71 Km de Villavicencio, se encuentra a una altitud de 2.050 metros sobre el nivel del mar, ahora bien el POD (2024) describe que el municipio “Esta distribuido en 24 veredas y el centro urbano”(p.14), así mismo el POD (2024) establece que Fosca está distribuido en un extensión de 13.083 hectáreas, de las cuales 11.227 hectáreas corresponden a la zona rural y 1.856 hacen parte de la zona urbana, su clima predominantemente frio, presenta una temperatura promedio de 15°C, con dos periodos climáticos definidos, uno lluvioso, entre abril y julio, y otro seco, de agosto a enero, las actividades económicas más representativas incluyen la producción artesanal de pólvora, la agricultura, la ganadería y la avicultura.

Figura 5. Mapa base del municipio de Fosca

modelo pedagógico de Enseñanza para la Comprensión, basado en un enfoque constructivista que busca desarrollar en el estudiante la capacidad de pensar, reflexionar y aplicar lo aprendido teniendo en cuenta el contexto marcado por la globalización, los rápidos cambios en el mundo laboral, los avances tecnológicos y la necesidad de fortalecer el tejido social, la institución se esfuerza por ofrecer una educación pertinente, inclusiva y con sentido ético, que forme ciudadanos críticos y comprometidos con la justicia social y el desarrollo del país.

Estudiantes de curso 901 del grado noveno I.E.D María Medina

El curso 901 está conformado por un total de 33 estudiantes, de los cuales 13 son del género masculino y 20 del género femenino, con edades que oscilan entre los 14 y los 16 años, la mayoría del grupo reside en el casco urbano, lo que facilita su acceso a la institución educativa, sin embargo, un número significativo de estudiantes proviene de veredas cercanas como El Herrero, Novilleros, Potrero Alto, entre otras. Esta situación geográfica plantea ciertos desafíos en cuanto a la movilidad, ya que la distancia y las condiciones de acceso dificultan, en algunos casos, la llegada puntual y constante a clases, muchos de estos estudiantes deben depender de rutas escolares o contar con un medio de transporte propio para poder asistir diariamente a sus actividades académicas.

Discusión y análisis de resultados

Ahora se presentarán los resultados obtenidos durante el proyecto de aula, aplicado durante la práctica, con el curso de noveno grado del IED María Medina. Los resultados se estructurarán en tablas con la finalidad de organizar la información obtenida y categorizar los conocimientos de los estudiantes que se obtuvieron en cada una de las sesiones realizadas.

Fase 1

Antes de iniciar cabe resaltar que las categorías de análisis se construyeron a partir de las respuestas más repetidas en los instrumentos aplicados, lo que permitió identificar las percepciones comunes entre los participantes y organizar la información de manera coherente con los objetivos de la investigación.

Sesión 1. Identificación de saberes previos

En la primera sesión se buscó hacer un primer acercamiento con los estudiantes, para identificar los saberes previos que ellos tenían sobre los macroinvertebrados acuáticos, esto con la finalidad de reconocer las percepciones, conocimientos y valoraciones que poseen frente a estos organismos y su ecosistema, para ello se construyó un taller de saberes previos que cuenta con 12 preguntas, orientadas a indagar sobre las concepciones iniciales que los estudiantes tienen acerca de los macroinvertebrados acuáticos, su función dentro del habiente y la relación que establecen con el ecosistema.

¿Describe qué crees que es el organismo que ves en el frasco?

En esta primera pregunta se le presentaron a los estudiantes tres frascos que contenían diferentes macroinvertebrados acuáticos: Ephemeroptera, Trichoptera y Platyhelminthes,

Tabla 2. Saberes previos de los estudiantes frente a la pregunta 1.

Organismo observado	Categoría	Evidencia
Trichoptera	Gusano	Esta categoría se destaca que, de un total de 30 estudiantes, el 70% estudiantes relacionaron al organismo con un gusano de tierra o de agua, con patas y pelos, frente a ello el estudiante E1 menciona: “yo lo describo como un gusano que tiene patas ojos

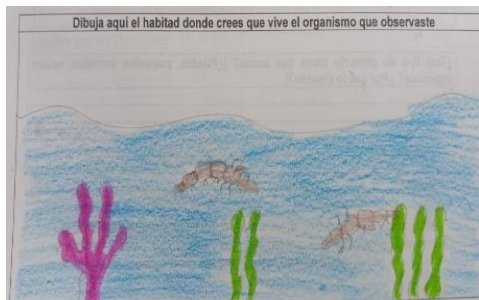
		y como una pinza en la parte trasera, tiene algunas patas alrededor de la cabeza que yo creo que lo ayudan a alimentarse y también tiene pinzas que también tiene la misma función para alimentarse y por su aspecto creo que vive en la tierra”
	Ciempiés	De un total de 30 estudiantes el 10% de los estudiantes, mencionaron que es un ciempiés. El estudiante E3 escribo que: “veo un insecto con pequeñas patas tiene una antenita”
	Insecto	De 30 estudiantes el 6% indico que es un insecto. El estudiante E3 escribo que: “veo un insecto con pequeñas patas tiene una antenita”
	Larva	De 30 estudiantes el 5% escribió que el organismo que observaron es una larva. El estudiante E10 describe que: “este organismo se me hace muy parecido a una “larva” por el cuerpo que tiene y sus extremidades que unas sobre salen y son largas”
Ephemeroptera	Insecto	De 30 estudiantes el 67% indico que es un insecto. El estudiante E9 escribió que: “el ultimo organismo se me hace muy raro parece un insecto con tres colas yo creo que vive en la tierra y que come otros insectos agarrándolos con las 3 colas”
Platyhelminthes	Parasito	De 30 estudiantes el 50% lo describió como un parásito. El estudiante E15 menciona que: “este animal parece un paracito de esos que se encuentran en el agua sucia y llena de desperdicios”
	Gusano de agua	De 30 estudiantes el 23% menciono que es un gusano de agua. El estudiante E20 escribió que: “es como un gusano con la

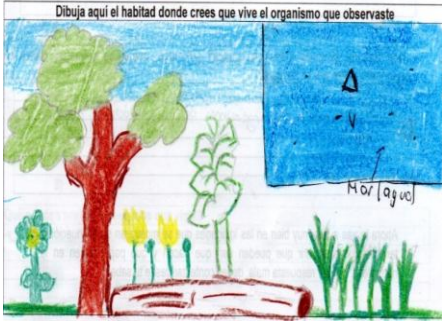
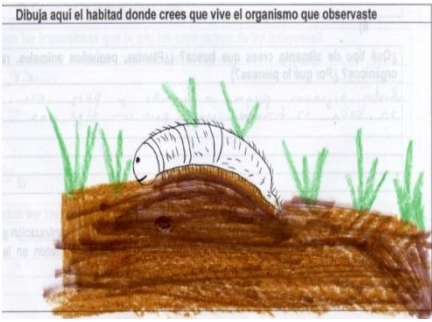
		cabeza triangular y plano como un gusano de agua se ven en el agua sucia”
--	--	---

Dibuja el hábitat donde crees que vive el organismo que observaste

¿Explica porque crees que vive en ese ambiente?

Tabla 3. Saberes previos de los estudiantes frente a la pregunta 2.

Aspecto observado	Categoría	Evidencia	Interpretación del estudiante
Hábitat	hábitat acuático	<p>Figura 6</p>  <p>Fuente: E17, María Medina (2025).</p>	<p>Se econtronto que el 53% indicaron que pertenece a un hábitat acutico. El estudnaite E17 indica que habita este tipo de hambiente porque: “yo pienso esto ya que tiene muy poquitas patas articuladas y pero ademas por la estructura de su cuerpo siento que por eso vive en el agua”</p>

	<p>Hábitat mixto</p>	<p>Figura 7</p>  <p>Fuente: E18, María Medina (2025).</p>	<p>Mientras que el 27% de los estudiantes, escribieron que habitan en ambientes mixtos. El estudiante E18 indica que habita este tipo de ambiente porque: “Yo creo que vive en diferentes lugares como el agua, la tierra en el tronco de los árboles y palmas y sus estructuras ayudan a que pueda estar en todos esos lugares”</p>
	<p>Hábitat terrestre</p>	<p>Figura 8</p>  <p>Fuente: E12, María Medina (2025).</p>	<p>Mientras que el 20% los asociaron con un hábitat exclusivamente terrestre. El estudiante E12 menciona que vive en este tipo de hábitat: “porque se le ven patas y unos pelitos que podrían ayudar a sostenerse”</p>

			en ojas por eso vive en la tierra”
--	--	--	------------------------------------

Tabla 4. Saberes previos de los estudiantes frente a la pregunta 11.

Aspectos observados	categoría	Evidencia
Forma de respiración	Respiración por la piel	El estudiante E7 indica que: “yo creo que respira por las franjas que tiene en el cuerpo ósea que respira por la piel”
	Respiración por la boca y la nariz	El estudiante E11 escribió que respiran “por la boca y la nariz, así como nosotros y se le ve una boca grande con pinzas”
	Respiración por un órgano especializado	El estudiante E6, menciona que: “creo que respira por algún órgano especial no se cual, pero me parece como más lógico, creo, además tiene unas cosas blancas en la piel eso puede ser lo que le ayude a respirar”

Percepción emocional	Aversión y curiosidad	El estudiante E13 menciona que: “Me dan un poquito de miedo y un poco de asco y también están curiosos”
función ecológica	Descomponedores y controladores naturales	El estudiante E14 indica que: “Descomponen, la comida de otros animales y exterminan microorganismos y bacterias”
El rio Sáname	El río contaminado	El estudiante E16 escribió que es: “Un río bastante importante, pero me da asco porque hay van los desperdicios y está muy contaminado”
	Río como espacio sagrado	El estudiante E18 menciona que el rio Sáname: “significa algo sagrado ya que sana a los enfermos”

Análisis Fase 1: Identificación de saberes previos

A partir de los resultados obtenidos en la primera sesión, se evidencia que los estudiantes presentan concepciones iniciales alejadas del conocimiento científico, al asociar organismos como los *Tricópteros* con gusanos o ciempiés y describir sus hábitats como terrestres o mixtos. Estas ideas

reflejan, según López y Tamayo (2012), la existencia de saberes previos que median la comprensión de los fenómenos naturales y que deben ser reconocidos como punto de partida en el proceso educativo. De acuerdo con Medellín et al. (2016), los trabajos prácticos permiten que los estudiantes contrasten sus ideas con la experiencia directa, generando procesos de reflexión que transforman su forma de comprender la naturaleza.

Por otra parte, al observar que gran parte del grupo desconoce la relación de los macroinvertebrados con el agua, se pone de manifiesto una falta de reconocimiento de su papel ecológico, en este sentido, Roldán (2016) señala que los macroinvertebrados acuáticos habitan en el fondo de ríos y lagos y cumplen funciones esenciales dentro del ecosistema, como la descomposición de materia orgánica y la participación en la cadena trófica, el hecho de que los estudiantes no identifiquen estas características demuestra un conocimiento incipiente sobre la biología y ecología de estos organismos.

Por lo tanto, los resultados permiten inferir que el grupo se encuentra en un estado de conocimiento inicial, donde las percepciones están guiadas más por la apariencia externa que por criterios ecológicos o científicos. Desde esta perspectiva, las fases posteriores del proyecto (laboratorio y campo) se presentan como escenarios claves para propiciar un aprendizaje significativo, en el cual, como afirman López y Tamayo (2012), el estudiante pueda reconstruir sus ideas mediante la observación, la experiencia y el diálogo con el conocimiento científico.

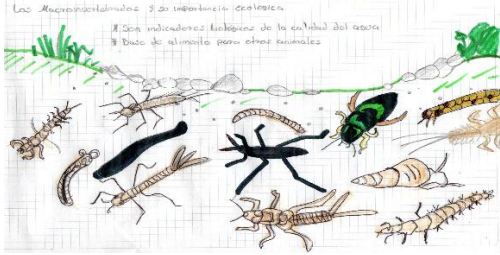
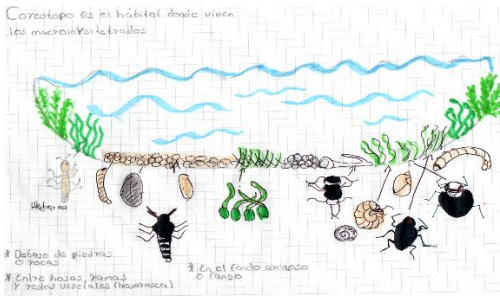
Fase 2

En esta fase se establecieron los conceptos fundamentales que orientaron el proceso de enseñanza, y los resultados que se presentan a continuación corresponden a los aprendizajes logrados por los estudiantes a partir de la implementación de dichas categorías conceptuales, por ende se expondrán

los resultados obtenidos en las implementaciones de las sesiones, que se encuentran divididas en tres, parte teórica, práctica de laboratorio y práctica de campo.

Sesión 1. Parte teórica

Tabla 5. Ilustraciones hechas por los estudiantes donde representan la ecología y coreotopos.

Concepto	Descripción	Evidencia
Ecología	En el dibujo se observa los macroinvertebrados acuáticos y se describen algunos datos sobre su ecología y ambiente. (ver Figura 9)	<p>Figura 9</p>  <p>Fuente: E 22, María Medina (2025).</p>
Coreotopo	En la figura 10 se observa los hábitats y coreotopos donde se encuentran los macroinvertebrados acuáticos.	<p>Figura 10</p>  <p>Fuente: E10, María Medina (2025).</p>

Análisis Fase 2: Sesión 1 (Parte teórica)

Durante esta sesión se abordaron los conceptos fundamentales sobre la morfología, los hábitats y las funciones ecológicas de los macroinvertebrados acuáticos, con el propósito de fortalecer las

bases teóricas de los estudiantes antes de las actividades experimentales, a partir de esta experiencia, se observó un avance en la comprensión del grupo, que pasó de asociar a estos organismos con “gusanos” o “parásitos” a reconocerlos como macroinvertebrados y que hacen parte esencial de los ecosistemas acuáticos.

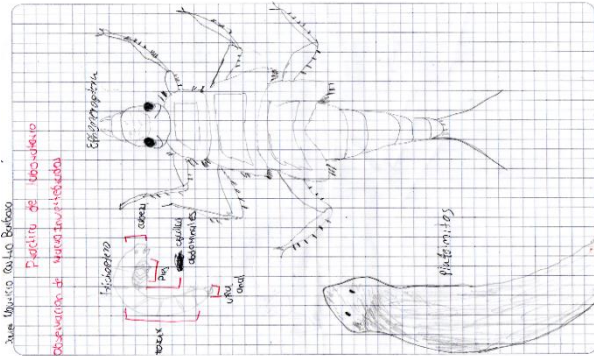
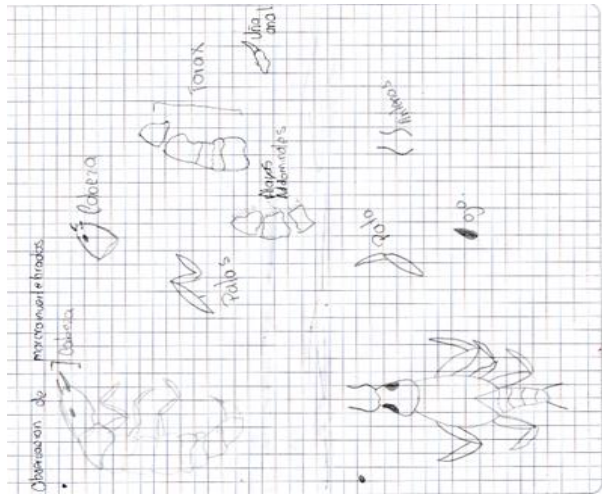
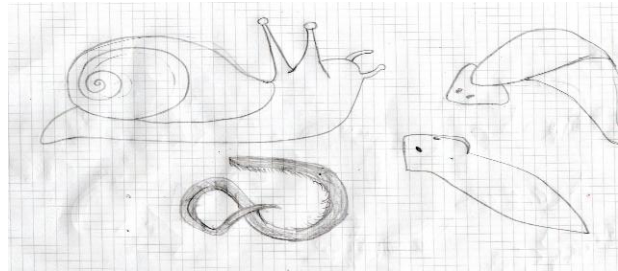
Según Roldán (2016), los macroinvertebrados acuáticos conforman comunidades diversas que habitan en el fondo de ríos, lagos o adheridos a la vegetación, y son indicadores clave del estado ecológico de un cuerpo de agua, además, el autor señala que su presencia refleja la calidad ambiental, ya que son sensibles a las variaciones físicas y químicas del medio. En concordancia, Roldán (2012) destaca que estos organismos ocupan diferentes hábitats benton, neuston y neuston, adaptándose mediante estructuras corporales especializadas, lo cual fue reconocido por los estudiantes durante la sesión.

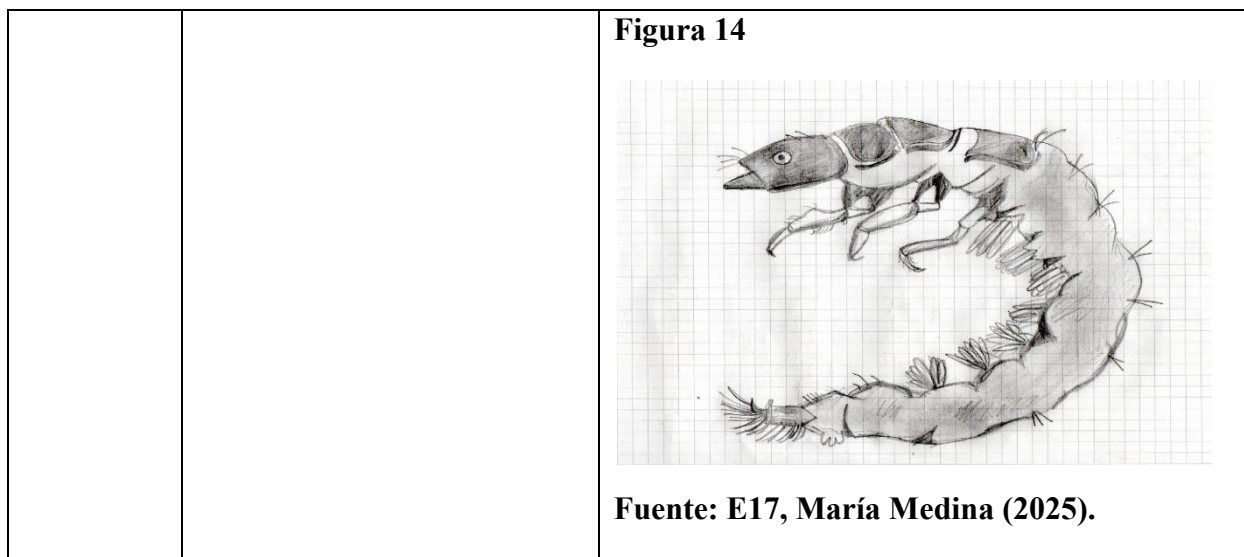
Desde el ámbito pedagógico, López y Tamayo (2012) afirman que los espacios teóricos dentro del trabajo práctico deben permitir al estudiante construir un lenguaje científico que luego pueda aplicar a la observación y al análisis, de esta manera, Medellín et al (2016) sostienen que la comprensión conceptual se consolida cuando el conocimiento teórico se conecta con la experiencia directa, generando aprendizajes significativos.

De este modo, la sesión teórica representó un punto de inflexión en el proceso formativo, ya que permitió a los estudiantes comprender a los macroinvertebrados desde una mirada ecológica y científica, reconociendo su valor biológico y ambiental, por ende, este conocimiento se convierte en una base esencial para las prácticas de laboratorio y campo, donde podrán evidenciar la relación entre teoría, experiencia y entorno.

Sesión 2. Practica de laboratorio

Tabla 6. Ilustraciones de los estudiantes representando la morfología de los macroinvertebrados.

Concepto	Descripción	Evidencia
Morfología	Dibujos sobre morfología realizados durante la práctica de laboratorio. (ver Figuras 11,12,13,14)	<p>Figura 11</p>  <p>Fuente: E20, María Medina (2025).</p>
		<p>Figura 12</p>  <p>Fuente: E15, María Medina (2025).</p>
		<p>Figura 13</p>  <p>Fuente: E1, María Medina (2025).</p>



Análisis Fase 2: Sesión 2 (Práctica de laboratorio)

En la práctica de laboratorio, los educandos observaron y analizaron la morfología de los macroinvertebrados acuáticos, identificando estructuras como cabeza, tórax, abdomen, antenas y apéndices, además de reconocer diferencias entre los principales grupos, como insectos, moluscos y crustáceos, en esta experiencia se permitió evidenciar un avance significativo en la comprensión de los organismos, al pasar de una observación superficial a un reconocimiento más detallado de sus características.

De acuerdo con Roldán (2016), el estudio morfológico de los macroinvertebrados acuáticos es esencial, ya que las adaptaciones anatómicas de estos organismos como branquias, filamentos, revelan su modo de vida y su relación con el ambiente acuático, con esto, el autor también resalta que estas características son el resultado de procesos evolutivos que les permiten sobrevivir en distintos tipos de sustrato y niveles de oxigenación, lo cual se les mostro y menciono a los estudiantes.



Ahora bien, desde una perspectiva pedagógica, López y Tamayo (2012) señalan que las prácticas de laboratorio deben propiciar el aprendizaje a través de la observación, el análisis y la reflexión,




evitando que se conviertan en actividades mecánicas, por ende, en este caso, el laboratorio se configuró como un espacio de diálogo entre teoría y experiencia, donde los estudiantes no solo aplicaron conceptos aprendidos, sino que también confrontaron sus ideas previas con la evidencia empírica. Asimismo, Medellín et al. (2016) afirman que el trabajo práctico favorece la construcción de pensamiento científico, al permitir que los estudiantes generen explicaciones propias a partir de la observación directa de los fenómenos naturales.

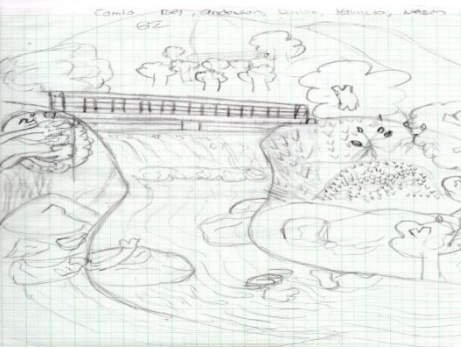

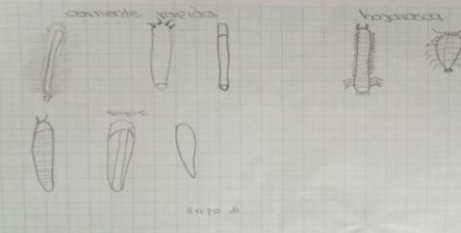
En consecuencia, esta fase permitió consolidar un aprendizaje significativo sobre la morfología y la función ecológica de los macroinvertebrados acuáticos, al vincular el conocimiento teórico con la exploración visual y la descripción científica, de esta manera al reconocer la diversidad morfológica de estos organismos podemos decir que es el primer paso para comprender su papel como bioindicadores de la calidad del agua y su importancia dentro del equilibrio ecológico


Sesión 3. Practica de campo

Tabla 7. Evidencias obtenidas de la salida de campo.

Concepto	Descripción	Evidencias
Guía salida de campo	En la figura 15 podemos observar la presentación de la guía de campo (ver anexo 1)	<p>Figura 15</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p>
Explicación de la salida de campo	Se desarrolló la explicación de la guía de campo y las pautas para tener en cuenta durante la práctica de campo. (Ver Figura 16)	<p>Figura 16</p> 

		Fuente: Pira, Y. (2025).
<p>Observación y recolecta de los macroinvertebrados acéflicos</p>	<p>Aquí se evidencia las actividades realizadas en la practica de campo como lo es la observación, recolección e identificación de los macroinvertebrados (ver Figura 17,18,19)</p>	<p>Figura 17</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p> <p>Figura 18</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p> <p>Figura 19</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p>

<p>Entregable 1 Dibujo de la ribera del río</p>	<p>lustración de la quebrada El Herrero, donde podemos observar su vegetación y las características que la componen (ver Figura 20,21)</p>	<p>Figura 20</p>  <p>Figura 21</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p>
<p>Entregable 2 Dibujo de la ribera del río</p>	<p>Dibujos realizados por los estudiantes, identificando los macroinvertebrados encontrados en la quebrada el Herrero (ver Figura 22,23)</p>	<p>Figura 22</p>  <p>Fuente: Grupo 5, María Medina (2025).</p>

		<p>Figura 23</p>  <p>Fuente: Pira, Y. (2025).</p>																																																																								
<p>Entregable 3 Dibujo de la ribera del río</p>	<p>Tabla con los macroinvertebrados encontrados y las mediciones de la quebrada El Herrero (ver Figura 24)</p>	<p>Figura 24</p> <p>GRUPO 5</p> <p>Ficha 1: Datos generales y ribera del río</p> <table border="1"> <tr> <td>Nombre del río:</td> <td>Fecha:</td> <td colspan="2">Hora:</td> </tr> <tr> <td>Integrantes del grupo:</td> <td colspan="3">espeñana Puy, Maria Carranza.</td> </tr> </table> <p>Medición del caudal y dimensiones del río</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Velocidad de la corriente (con la naranja/pelota):</th> <th>Ancho del río</th> <th>Profundidad del río</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medición 1: 10.38</td> <td>2 metros</td> <td>Profundidad 1: 16cm</td> <td>hay plantas</td> </tr> <tr> <td>Medición 2: 9.42</td> <td></td> <td>Profundidad 2: 9cm</td> <td>Mucho caudal</td> </tr> <tr> <td>Medición 3: 9.87</td> <td></td> <td>Profundidad 3: 9cm</td> <td>el agua es amarilla</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ficha 2 registro de Macroinvertebrados acuáticos observados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Coreotopo donde se hizo el registro marcos con una X</th> <th>Corriente lenta</th> <th>Corriente rápida</th> <th>Hojarasca o gravilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Dibujo de los macroinvertebrados encontrados y descripción del organismo y orden al que pertenece se hacen en hojas cuadrículadas o milimétricas</td> </tr> <tr> <th>Orden / Grupo biológico</th> <th colspan="3">Cantidad encontrada</th> </tr> <tr> <td>Efimeras (Ephemeroptera)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Tricópteros (Trichoptera)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Plecopteros (Plecoptera)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Dipteros (Diptera)</td> <td colspan="3">11</td> </tr> <tr> <td>Odonatos (Odonata)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Moluscos (caracoles, conchas)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Crustáceos (cangrejos, camarones)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Otros (lombrículas, planarias, sanguijuelas, ácaros de agua)</td> <td colspan="3">Mandinga, exarvento.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Grupo 5, María Medina (2025).</p>	Nombre del río:	Fecha:	Hora:		Integrantes del grupo:	espeñana Puy, Maria Carranza.			Velocidad de la corriente (con la naranja/pelota):	Ancho del río	Profundidad del río	Observaciones	Medición 1: 10.38	2 metros	Profundidad 1: 16cm	hay plantas	Medición 2: 9.42		Profundidad 2: 9cm	Mucho caudal	Medición 3: 9.87		Profundidad 3: 9cm	el agua es amarilla	Coreotopo donde se hizo el registro marcos con una X	Corriente lenta	Corriente rápida	Hojarasca o gravilla					Dibujo de los macroinvertebrados encontrados y descripción del organismo y orden al que pertenece se hacen en hojas cuadrículadas o milimétricas				Orden / Grupo biológico	Cantidad encontrada			Efimeras (Ephemeroptera)				Tricópteros (Trichoptera)				Plecopteros (Plecoptera)				Dipteros (Diptera)	11			Odonatos (Odonata)				Moluscos (caracoles, conchas)				Crustáceos (cangrejos, camarones)				Otros (lombrículas, planarias, sanguijuelas, ácaros de agua)	Mandinga, exarvento.		
Nombre del río:	Fecha:	Hora:																																																																								
Integrantes del grupo:	espeñana Puy, Maria Carranza.																																																																									
Velocidad de la corriente (con la naranja/pelota):	Ancho del río	Profundidad del río	Observaciones																																																																							
Medición 1: 10.38	2 metros	Profundidad 1: 16cm	hay plantas																																																																							
Medición 2: 9.42		Profundidad 2: 9cm	Mucho caudal																																																																							
Medición 3: 9.87		Profundidad 3: 9cm	el agua es amarilla																																																																							
Coreotopo donde se hizo el registro marcos con una X	Corriente lenta	Corriente rápida	Hojarasca o gravilla																																																																							
Dibujo de los macroinvertebrados encontrados y descripción del organismo y orden al que pertenece se hacen en hojas cuadrículadas o milimétricas																																																																										
Orden / Grupo biológico	Cantidad encontrada																																																																									
Efimeras (Ephemeroptera)																																																																										
Tricópteros (Trichoptera)																																																																										
Plecopteros (Plecoptera)																																																																										
Dipteros (Diptera)	11																																																																									
Odonatos (Odonata)																																																																										
Moluscos (caracoles, conchas)																																																																										
Crustáceos (cangrejos, camarones)																																																																										
Otros (lombrículas, planarias, sanguijuelas, ácaros de agua)	Mandinga, exarvento.																																																																									

Análisis Fase 2: Sesión 3 (Práctica de campo)

En el desarrollo de la práctica de campo, los estudiantes realizaron observaciones directas en la quebrada El Herrero, identificando hábitats, recolectando muestras y registrando características del

entorno como la velocidad del agua, el tipo de sustrato y la vegetación ribereña, durante esta experiencia se favoreció un aprendizaje significativo al vincular la teoría con la realidad ambiental del territorio, permitiendo que los estudiantes reconocieran a los macroinvertebrados acuáticos como parte esencial del ecosistema.

Según Roldán (2016), los macroinvertebrados son bioindicadores fundamentales para evaluar la calidad ecológica de los cuerpos de agua, pues su diversidad y abundancia reflejan las condiciones físico, químicas y biológicas del ambiente. De igual forma, Roldán (2012) explica que estos organismos mantienen una estrecha relación con el tipo de sustrato y el flujo del agua, siendo su presencia evidencia del equilibrio o deterioro del ecosistema, en este sentido, los estudiantes lograron comprender que la presencia de organismos como *Tricópteros* y efemerópteros denota un ambiente limpio, mientras que la ausencia o predominio de otras especies puede indicar contaminación o cambios antrópicos, durante la practica de campo el organismo que más identificaron los estudiantes fue *Díptera* indicándonos que existe una afectación en la quebrada El Herrero probablemente a causa de contaminantes.

Desde el enfoque pedagógico, López y Tamayo (2012) sostienen que las prácticas experimentales deben propiciar el análisis y la reflexión, más allá de la simple recolección de datos, promoviendo la interpretación de los fenómenos naturales desde la evidencia. Asimismo, Medellín et al. (2016) afirman que las prácticas de campo permiten integrar el conocimiento científico con la experiencia, generando una comprensión profunda del entorno y transformando la relación del estudiante con el territorio.

Por tanto, esta sesión permitió que los educandos consolidaran su comprensión sobre la ecología de los macroinvertebrados y su papel en la evaluación ambiental, durante la práctica de campo no

solo fortaleció sus habilidades de observación y análisis, sino que también generó una apropiación del territorio y una mirada crítica frente a los ecosistemas acuáticos de Fosca.

Fase 3

La fase 3 corresponde a la práctica de campo, desarrollada en la quebrada El Herrero, en Fosca Cundinamarca. A continuación, se presentan los elementos conceptuales, metodológicos y actitudinales que permitieron que los estudiantes reconocieran el cuerpo de agua y la diversidad de organismos acuáticos presentes.

Resultados de la práctica de campo

Tabla 8. Resultados obtenidos de la salida de campo

Nivel de aprendizaje	Resultados observados
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes lograron comprender qué es un macroinvertebrado acuático, reconociéndolo como un organismo sin columna vertebral que habita en ambientes de agua dulce. • identificaron y recolectaron macroinvertebrados acuáticos, reconociendo su importancia en el ecosistema
Metodológico	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaron la guía de campo de manera ordenada, siguiendo correctamente las etapas del muestreo. • Registraron observaciones sobre el color del agua, tipo de sustrato, condiciones climáticas y vegetación ribereña. • Desarrollaron habilidades en la recolección, clasificación

	y registro de datos biológicos, fortaleciendo el trabajo científico y la interpretación ambiental.
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Mostraron entusiasmo, curiosidad y disposición durante toda la jornada. • Trabajaron en equipo con responsabilidad y respeto, promoviendo la colaboración y el cuidado del entorno. • Experimentaron alegría al aprender fuera del aula, reconociendo la quebrada El Herrero como espacios vivos de gran valor ecológico.

Análisis de resultados Fase 3

La práctica de campo constituyó la fase en la que se consolidaron los aprendizajes obtenidos a lo largo del proyecto, cumpliendo con el objetivo general que buscaba analizar cómo desde la práctica de campo se logra el reconocimiento de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y con el objetivo específico tres, centrado en analizar esta práctica como estrategia para el reconocimiento de dicha biodiversidad.

Los resultados presentados en la tabla (ver Tabla 8) evidencia avances significativos en los tres niveles de aprendizaje: conceptual, metodológico y actitudinal. A nivel conceptual, los estudiantes lograron identificar con claridad qué son los macroinvertebrados acuáticos, comprendiendo que son organismos sin columna vertebral que habitan en ecosistemas de agua dulce y que su presencia o ausencia refleja el estado ecológico de un cuerpo de agua, se reconocieron organismos como Tricópteros, dípteros y gastrópodos, esta comprensión muestra que los estudiantes pasaron de una percepción empírica a una mirada más científica, en coherencia con lo planteado por Roldán

(2016), quien sostiene que la diversidad de macroinvertebrados refleja la calidad ambiental y el equilibrio de los ecosistemas.

En el plano metodológico, la aplicación de la guía de campo permitió a los estudiantes organizar el trabajo de recolección, registro y análisis de los datos, se observó que adquirieron destrezas en el uso de técnicas básicas de muestreo, logrando recolectar organismos de manera cuidadosa, registrar las condiciones físicas del agua y clasificar los organismos observados, en este sentido este proceso fortaleció la autonomía, la capacidad de observación y la precisión en el manejo de la información. En concordancia con López y Tamayo (2012), el trabajo experimental constituye una oportunidad para que el estudiante desarrolle pensamiento científico y comprenda los fenómenos naturales a partir de la experiencia directa, es así como la práctica permitió que el conocimiento teórico se transformara en acción, fortaleciendo la relación entre el saber y el hacer. En cuanto al nivel actitudinal, se evidenció una participación entusiasta y comprometida, los estudiantes mostraron curiosidad, motivación y trabajo colaborativo durante todo el proceso.

Este cambio de actitud refleja una unión del territorio y un fortalecimiento del vínculo emocional con la naturaleza, ahora bien, según Medellín et al. (2016), la educación ambiental tiene sentido cuando despierta la sensibilidad y la emoción frente al entorno, permitiendo que el aprendizaje se convierta en vivencia es por eso que la práctica de campo se consolidó, por tanto, como un espacio para fortalecer el conocimiento científico y promoviendo una conciencia ecológica desde la experiencia en la salida de campo.

Con estos resultados se puede afirmar que la práctica de campo no solo facilitó el aprendizaje de conceptos biológicos, sino que también permitió que los estudiantes interpretaran su entorno a través de una mirada científica, en donde el reconocimiento de los macroinvertebrados les llevó a comprender que cada organismo cumple un papel dentro del ecosistema, esta comprensión cumple

con el propósito central del proyecto, al demostrar que la enseñanza de la biología desde la práctica de campo fomenta aprendizajes significativos, desarrolla habilidades científicas orientando al cuidado de la vida.

En este sentido podemos inferir que los resultados de la Fase 3 evidencian que la práctica de campo fue una estrategia efectiva para fortalecer la comprensión, reconocimiento e identificación de los macroinvertebrados acuáticos, a través del contacto directo con el ecosistema, logrando que la biología se deje de ver con una idea abstracta para convertirse en experiencia viva, cumpliendo los objetivos del proyecto y reafirmando que el conocimiento cobra sentido cuando se aprende con las manos, con los ojos y con el corazón puestos en el territorio.

CONCLUSIONES

- Se evidenció que el trabajo práctico fomenta la atención, el interés y la apropiación del conocimiento, pues permite al estudiante construir significado a partir de la observación, la manipulación de materiales y la reflexión.
- A través de la práctica de campo, los estudiantes lograron comprender qué es un macroinvertebrado acuático y su papel como bioindicador de la calidad del agua, relacionando la diversidad observada con el estado ecológico del ecosistema.
- La salida de campo fortaleció el trabajo en equipo, la motivación y la conexión emocional con el entorno, generando una conciencia ambiental y un sentido de pertenencia hacia los ecosistemas locales.
- Ser maestro en un territorio como Fosca implica reconocer el valor pedagógico del entorno y convertirlo en un aula viva donde los estudiantes se formen desde su realidad.

- El proyecto permitió entender que enseñar biología en contextos rurales requiere sensibilidad, creatividad y compromiso, pues el conocimiento se construye junto con los estudiantes, integrando sus saberes con la ciencia.
- Esta experiencia fortaleció la identidad como licenciado en biología, al permitir vincular la investigación, la práctica pedagógica y la biología en un mismo proceso formativo.
- La enseñanza de la biología no se limita a transmitir conceptos, sino que consiste en despertar la curiosidad, el asombro y el respeto por la vida, promoviendo aprendizajes que transformen la relación entre el ser humano y la naturaleza.

Referencias Bibliográficas

- Aguilera, D. (2018). *La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15(3), 3103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Alcaldía de Fosca. (2024). *Plan de Desarrollo del municipio de Fosca - Cundinamarca “El renacer de la esperanza”, para el periodo 2024–2027*. <https://hub.arcgis.com/documents/cundinamarca-map::plan-de-desarrollo-2024-2027-municipio-de-fosca/about>
- Aramendez, L. F., & Chinome, J. P. (2016). *Guía ilustrada de campo para el estudio de insectos acuáticos: Una colecta que permite ver la vida*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10857>
- Beltrán, Á. M. (2022). *El biomodelo como estrategia didáctica para la enseñanza de la fisiología de los anuros más representativos de Fosca (Cundinamarca) en pro de su conservación con estudiantes de grado séptimo del I.E.D. María Medina* [Tesis de pregrado]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18339>

- Bermúdez, V. (2024). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua para la cuenca media alta del río Teusacá: Aproximaciones de ciencia participativa del uso del índice BMWP/COL*. <http://hdl.handle.net/10554/68188>
- Carrillo, B. D. (2021). *Educación ambiental para niños sobre la importancia y la calidad del agua superficial* [Proyecto aplicado, UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42617>
- Chavarría García, L. (2021). *Composición y estructura de los macroinvertebrados acuáticos en áreas operativas de Ecopetrol (ventanas Atuncela, Filandia, La Cocha y Beltrán)* [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/40558>
- González Mora, I. D., Salinas Rodríguez, S. A., Guerra Gilbert, A., Sánchez Navarro, R., & Ríos Patrón, E. (2014). *Ríos libres y vivos: Introducción al caudal ecológico y reservas de agua*. SEMARNAT–CECADESU–WWF México–Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 3–37. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/12662>
- Hernández Maldonado, E. A. (2022). *Las implicaciones del enfoque hermenéutico interpretativo en investigación educativa*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1–10. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8069>
- Liévano, A., & Ospina, R. (2007). *Guía ilustrada de macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón*. Corporinoquia.
- López, D. F. (2018). *Material educativo para la enseñanza de las adaptaciones de los insectos acuáticos a partir del juego propiciando el reconocimiento de las dinámicas de los ecosistemas acuáticos*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10513>

- López Rúa, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 8(1), 145–166. Universidad de Caldas.
- Lugo, D. L. (2024). *Catálogo taxonómico de mariposas: Aproximación a los servicios ambientales a partir de la bioindicación con lepidópteros en algunas zonas perturbadas de Fosca (Cundinamarca)*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1967>
- Medellín Cadena, F., Vargas Niño, C., & Ojeda González, G. P. (Comps.). (2016). *Encuentro de experiencias: Relatos sobre enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Medellín, F., Vargas, C., & Ojeda, G. (2016). *Encuentro de experiencias: Relatos sobre enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Miguens, M., & Garrett, R. M. (1991). *Prácticas en la enseñanza de las ciencias: Problemas y posibilidades*. Enseñanza de las Ciencias, 9(3), 229–236.
- Pillasagua Cedeño, J. A. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en usos de suelo bosque, urbano y agrícola en el río San Pablo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/e5b53deab74f-4662-a5da-39659030a0c2>
- Robledo, T. A. (2021). *Fomentar habilidades del pensamiento crítico: Enseñanza de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16625>
- Roitman Genoud, P. (2021). *Pedagogía hermenéutica. Una perspectiva desde lo biográfico/narrativo*. Saberes y prácticas. Revista de Filosofía y Educación, 6(1), 1–3. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/saberesypracticas/article/view/3899>

Roldán Pérez, G. (2012). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia* (1ª reimp.). Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” - FEN Colombia; COLCIENCIAS; Universidad de Antioquia.

Roldán Pérez, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*.
<https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/2381>

Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. (2022). *Fundamentos de limnología neotropical*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
<https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/2381>

Salazar Escorcía, L. S. (2020). *Investigación cualitativa*. CIENCIAMATRIA, 6(11), 101–110.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7390995>

Socha Fandiño, A. (2020). *Los macroinvertebrados acuáticos del curso alto del río Bogotá (Cundinamarca-Colombia): Análisis y guía de campo ilustrada para su identificación*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2743>

Touriñán López, J. M. (2019). *Hermenéutica de la educación: Explorar y experimentar la impredecibilidad de la educación*. Revista Boletín Redipe, 8(12), 23–35.
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/870>

Anexos

Anexo 1. Guía saberes previos

[https://drive.google.com/drive/folders/1mRzmkzgz1uvbmtGzN-Q50v6nVgf33pP?usp=drive link](https://drive.google.com/drive/folders/1mRzmkzgz1uvbmtGzN-Q50v6nVgf33pP?usp=drive_link)

Anexo 2. Guía práctica de laboratorio

https://drive.google.com/drive/folders/1ttrGGiQBB45r4CBndXhV3mgyCAIdK_Rw?usp=drive_link

Anexo 3. Guía práctica de campo

https://drive.google.com/drive/folders/1mRzmkzgz1uvbmtGzN-Q50v6n_Vgf33pP?usp=drive_link

Anexo 4. Fotos

https://drive.google.com/drive/folders/1Bd72yM-aDBBob9O0OK2whove64D0dR6-?usp=drive_link