

**Dimensiones del aprendizaje colaborativo: Calidad de agua en el municipio  
de Manta (Cundinamarca).**

Angie Natalia Peña Bermúdez

Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Departamento de Licenciatura en Química

2025

**Dimensiones del aprendizaje colaborativo: Calidad de agua en el municipio  
de Manta (Cundinamarca).**

Angie Natalia Peña Bermúdez

Directora: Dora Luz Gómez Aguilar

Grupo de investigación: Didáctica y sus Ciencias.

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Licenciatura en Química

2025

## **Dedicatoria**

Principalmente a mi familia que siempre me ayudo en cada parte de este proceso, sus palabras y compañía fueron uno de los pilares de este trabajo de grado. También me la dedico a mí, por el reto que supuso este trabajo, por la cantidad de obstáculos sorteé y la fuerza de voluntad que tuve en cada paso.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mi familia por acompañarme en cada paso, por sus palabras de aliento y por el tiempo que dedicaron a escucharme y aprender conmigo. Este trabajo de grado, sin duda, tuvo un gran impacto en ellos, y por eso mi gratitud es aún mayor.

A mis amigos que escucharon mis quejas y mis miedos, durante este largo proceso siempre estuvieron para mí.

Finalmente, a mi gata que fue mi mayor compañera de escritura, nunca me dejó sola y siempre estuvo para darme ánimos cuando quería rendirme.

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
1. ANTECEDENTES.....	12
1.1 Internacional.....	12
Calidad de agua potable.....	12
1.2 Nacional.....	13
2. REFERENTES CONCEPTUALES.....	15
2.1 Educación ambiental y sus corrientes.....	15
2.2. Aprendizaje colaborativo.....	16
2.2.1 Aprendizaje colaborativo en la didáctica química.....	19
2.3 Municipio de Manta.....	20
2.4 Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano – Nivel A.....	21
2.5 Normatividad sobre calidad de aguas en Colombia.....	24
2.5.1 Decreto 1076 del 2015.....	24
2.5.2 Decreto 1575 del 2007- Sistema de Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.....	24
2.5.3 Resolución 2115 (22 de junio de 2007).....	25
2.5.3.1 Índice de Riesgo de la Calidad del Agua.....	25
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
4. JUSTIFICACIÓN.....	10
5. OBJETIVOS.....	31
5.1 General.....	31
5.2 Específicos.....	31
5. METODOLOGÍA.....	32
5.1 Fase 1: Caracterización.....	34
5.1.1 aprendizaje colaborativo.....	34
5.1.2. Conocimiento planta de tratamiento de agua potable.....	36
5.2 Fase 2: Calidad de agua potable.....	39

Temporada seca.....	39
5.3 Fase 3: Secuencia didáctica.....	42
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	46
6.1 Resultados de caracterización de los estudiantes.....	46
6.1.2 Concepciones sobre la PTAP.....	47
.....	48
6.2 Caracterización en matrices de agua en Manta Cundinamarca.....	48
6.2.1 Laboratorio temporada seca.....	48
6.2.1 Determinación de ICOs en agua cruda.....	48
6.2.2 IRCA.....	50
6.2.2 temporada de lluvias.....	51
6.3 Secuencia didáctica.....	55
6.3.1 Salida a fuente hídrica originado por precipitación intensas sin escorrentía.....	55
6.3.2 Salida PTAR.....	56
6.3.3 Salida PTAP.....	57
6.3.4 Exposición radio.....	59
CONCLUSIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	70
Anexo 1.....	70
Prueba de entrada.....	70
Anexo 2.....	73
Prueba de entrada aprendizaje colaborativo.....	73
Anexo 3.....	75
Resultados laboratorio externo para agua cruda.....	75
Resultados laboratorio externo para agua potable.....	75

## Tablas

<i>Tabla 1. Aprendizaje colaborativo características.</i>	19
<i>Tabla 2. Interpretación de los ICOs</i>	22
<i>Tabla 3. Características microbiológicas del agua potable.</i>	26
<i>Tabla 4. Puntajes para el IRCA.</i>	27
<i>Tabla 5. Clasificación del IRCA.</i>	28
<i>Tabla 6. clasificación de los estudiantes.</i>	35
<i>Tabla 7. Rúbrica para evaluar el aprendizaje colaborativo</i>	35
<i>Tabla 8. Rubrica prueba de entrada sobre conocimiento de la PTAP</i>	37
<i>Tabla. 9 condiciones de muestreo.</i>	40
<i>Tabla 10. Rubrica de prueba de salida.</i>	43
<i>Tabla 11. Resultados de laboratorio muestra temporada seca.</i>	49
<i>Tabla 12. Resultados de ICOs en temporada seca</i>	49
<i>TABLA 13. Resultados puntos de muestreo en temporada seca.</i>	50
<i>Tabla 14. Puntajes de IRCA obtenidos.</i>	51
<i>Tabla 15. Resultados en temporada de lluvias</i>	51
<i>Tabla 16. Resultados de ICOs en temporada de lluvia</i>	52
<i>TABLA 17. Resultados puntos de muestreo en temporada de lluvia</i>	53
<i>Tabla 18. Resultados del IRCA en temporada de lluvia.</i>	54

## Figuras

<i>Figura 1. Recorrido histórico del aprendizaje colaborativo.</i>	17
<i>Figura 2. Mapa político de manta Cundinamarca</i>	20
<i>Figura 2. Modelo de esta investigación.</i>	32
<i>Figura 3. Metodología de la presente investigación.</i>	33
<i>Figura. 4 mapa con los puntos de toma de muestra.</i>	40
<i>Figura 5. Gráfica de comportamiento sobre resultados de prueba de entrada.</i>	46
<i>Figura 6. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 1.</i>	47
<i>Figura 7. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 2.</i>	47
<i>Figura 8. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 3.</i>	48
<i>Figura 9. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 5.</i>	48
<i>Figura 10. Paisaje durante la caminata para llegar al punto de observación.</i>	56
<i>Figura 11. Salida a la Planta de tratamiento de agua residual.</i>	57
<i>Figura 12. Estudiantes en la planta de tratamiento de agua potable.</i>	58
<i>Figura 12. Estudiante en la radio del colegio departamental de manta.</i>	59
<i>Figura 13. Gráfica de comportamiento sobre resultados de evaluación.</i>	61

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso importante de nuestro planeta ocupando el 70% de este, presente en ríos, lagos, humedales y océanos. El agua es un recurso invaluable de la humanidad, es el origen de la vida y sostenimiento de todos, por esto requiere nuestra atención y cuidado colectivo. A través de la colaboración entre instituciones educativas, organizaciones comunitarias y autoridades locales, se debe aportar en garantizar un futuro sostenible donde el agua potable sea accesible para todos y que asegure su preservación como recurso natural, así como para la preservación del medio ambiente (Raven, Berg, Hassenzahl, 2012).

La conservación del agua potable representa un desafío global que impacta a comunidades en todo el mundo. En este contexto, es relevante la protección y restauración de los ecosistemas asociados al recurso hídrico, tales como humedales, ríos y lagos. Conscientes de la vital importancia del agua para la vida y el bienestar humano, resulta imperativo implementar medidas efectivas que fomenten su uso responsable (ONU. 2017).

El municipio de Manta ubicado al nor-orienté de Cundinamarca tiene en promedio 4,234 habitantes de acuerdo con el reporte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2022, los cuales viven en diferentes veredas y el casco urbano, presenta muchas fuentes de agua superficial de las que se destacan la laguna el Cerro, los ríos Macheta, Aguacia y numerosas quebradas como el Golpe, Palmar, Quebraditas, Senda, Lajas y Honda entre otras.

En la vereda Bermejál se construyó una planta de purificación de agua en el año 2001, que suministró agua al casco urbano y a algunas las veredas como Fuchatoque, Cabrera, Salgado y Palmar. Una nueva planta se construyó en 2015, esta es administrada por la oficina de servicios públicos y se abastece de las Quebradas La Honda, El Palmar y Las Lajas. La planta realiza los procesos de

purificación entre ellos coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y almacenamiento, para así garantizar el recurso potable a todos los habitantes, de acuerdo con la información suministrada por la funcionaria de Servicios Públicos del Municipio de Manta, en entrevista semiestructurada realizada el 19 de abril 2024.

El Colegio Departamental de Manta, fundado en 1970, ha sido un referente educativo en la región, destacándose por su fuerte adhesión a la corriente tradicionalista. A lo largo de su historia, ha mantenido un enfoque educativo centrado en la transmisión de conocimientos y valores establecidos, combinando este enfoque con elementos del conductismo y, más recientemente, integrando aspectos del modelo constructivista. Con diversas sedes tanto de educación primaria como la básica secundaria distribuidas en las veredas del municipio. Con este contexto, la educación ambiental se presenta como una estrategia pedagógica clave para generar conciencia y promover acciones concretas orientadas a la protección de los recursos hídricos (Caracciolo & Moncada, 2022).

El presente trabajo de grado se centró en el análisis de la calidad del agua potable en el municipio de Manta (Cundinamarca), a partir de los parámetros fisicoquímicos establecidos por la normativa colombiana. También, se implementaron estrategias pedagógicas de educación ambiental y didácticas fundamentadas en el aprendizaje colaborativo, con el propósito de fortalecer competencias como la comunicación, la toma de decisiones y la capacidad creativa, contribuyendo al compromiso activo de los estudiantes con la preservación del recurso hídrico.

Por esta razón, la presente investigación se fundamenta en los principios del Bio-regionalismo como corriente de la Educación Ambiental y el aprendizaje colaborativo, que posibilitará por parte de los estudiantes la apropiación de los recursos presentes en el territorio, con el fin de utilizarlos de una manera responsable (Sauvé, 2005) y de esta manera aportar en la construcción de ciudadanías transformadoras que contribuyan en la comprensión crítica de esta problemática socioambiental.

## 1. JUSTIFICACIÓN

A partir de la observación de las necesidades de la población en general se toma como población los estudiantil del grado undécimo del Colegio Departamental de Manta, se diseñó una propuesta didáctica con enfoque educativo centrado en la educación ambiental. Por ello se usó el bio-regionalismo como eje conceptual, reconociendo la importancia de que los estudiantes comprendan, valoren y se apropien de su territorio.

En este contexto, se plantea el aprendizaje colaborativo como estrategia pedagógica central, ya que permite a los estudiantes construir conocimientos de manera colectiva, aportando desde su experiencia para fortalecer la comprensión del otro. Esta dinámica fomenta la participación, el pensamiento crítico y la corresponsabilidad frente al entorno y del colectivo.

En esta población donde se es tan importante la apropiación de territorio y el trabajo conjunto se quiso proponer actividades que promuevan el conversar entre todos y el explorar el territorio de manera consciente. El acercamiento a las entidades públicas para entender sus funciones y falencias enriquece el conocimiento colectivo.

Además, al vincular la teoría con la práctica a través de actividades de laboratorio y análisis del agua local, se promueve una experiencia significativa, que genera impacto directo tanto en los estudiantes como en la comunidad. De esta forma, se busca que los jóvenes no solo comprendan qué es la calidad del agua, sino que también asuman un rol activo en su cuidado y protección desde una perspectiva territorial y contextualizada.

Trabajar el aprendizaje colaborativo con los estudiantes resulta favorable la construcción conjunta del conocimiento, promoviendo la interdependencia positiva, la responsabilidad individual y grupal, la interacción estimuladora, el desarrollo de habilidades sociales y la reflexión sobre el propio trabajo (dimensiones planteadas por Johnson & Johnson, 1999). Estas competencias no solo fortalecen el proceso

educativo, sino que también preparan a los jóvenes para enfrentar retos colectivos de su entorno, incrementando su capacidad para participar activamente en la solución de problemáticas ambientales de manera creativa, crítica y solidaria.

## **2. ANTECEDENTES**

Los antecedentes que se presentan a continuación abordan los tópicos de Educación ambiental, aprendizaje colaborativo y conservación del agua, a nivel internacional y nacional entre los años 2011 – 2024.

### **1.1 Internacional**

#### Educación ambiental

La investigación de Martín et al. (2012) se centra en analizar las contribuciones de los Centros de Educación Ambiental en la enseñanza formal en Andalucía. Trabajaron aspectos metodológicos cómo la investigación basa en un enfoque que integra la educación ambiental en la enseñanza formal. La población de interés incluye a estudiantes y otros actores involucrados. Para ellos, la corriente bioregionalista “se inspira en una ética ecocéntrica, focalizando la Educación Ambiental, con preferencia, en el medio local o regional” (p. 15). Bajo este principio, desarrollaron actividades como visitas guiadas a ecosistemas cercanos, talleres prácticos de identificación de especies locales y jornadas de reflexión comunitaria sobre la conservación ambiental. La implementación de estas estrategias son un punto importante para la presente.

#### Aprendizaje colaborativo

Guerra, et, al (2019), realizo un proyecto sobre el Aprendizaje colaborativo, experiencia innovadora en el alumnado universitario. Se evaluó la percepción sobre el modelo de aprendizaje cooperativo, implementando unas dimensiones sobre este, llegando a la conclusión de que a los estudiantes les gusto el manejo del aprendizaje significativo ya que se percibió como una estrategia educativa eficaz que potencia ámbitos cognitivos, sociales y afectivos. Esto es un gran precedente para la presente investigación ya que se aplicaron unas dimensiones muy parecidas para caracterizar a los estudiantes.

#### Calidad de agua potable

Para la Organización Panamericana de la Salud. (2024). La protección de los ciudadanos es una prioridad fundamental, y el saneamiento básico en áreas rurales desempeña un papel crucial para garantizar la salud y el bienestar de la población. Se enfatiza la importancia de contar con adecuadas instalaciones sanitarias para evitar la propagación de enfermedades. En este contexto, esta investigación de posgrado se enfoca en la capacitación con un enfoque intercultural en áreas rurales, para promover prácticas de saneamiento básico adecuadas. Lo cual es uno de los objetivos durante el desarrollo de este trabajo de grado con los estudiantes de Manta.

## **1.2 Nacional**

El trabajo de investigación de Paz M., et.al, (2014), se centra en ¿cómo la educación ambiental puede influir en la conciencia crítica-reflexiva de los individuos para abordar los problemas ambientales emergentes.? Se basa en una revisión exhaustiva de la literatura sobre la educación ambiental y su relación con la conciencia crítica-reflexiva. Por ello se usa la corriente Bio-regionalista como “la participación de la comunidad educativa en la implementación de proyectos ambientales y en la toma de decisiones sobre la gestión del medio ambiente.”(p. 14). con este enfoque claro y aplicado de manera exitosa para las comunidades se vuelve un antecedente importante para la presente investigación.

Los autores Lima, L. (2023) desarrollaron una investigación orientada en analizar cómo la incorporación de la educación ambiental puede contribuir a la contextualización del entorno del río El Bosque, en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca. Para ello, realizaron observaciones, entrevistas y análisis de documentos con el propósito de recopilar información sobre las percepciones y prácticas de la comunidad educativa. Todo esto enfocado en acercarse a la comunidad, en base a esto en el presente trabajo de grado se desarrolló las salidas para el conocimiento del territorio y comunicación con los estudiantes.

En la investigación de Pérez (2017), el enfoque metodológico es el hermenéutico-interpretativo, donde las técnicas utilizadas para recoger la información son; el grupo focal, la entrevista a profundidad y las notas de campo, que permiten obtener mucha información significativa para el proceso investigativo. Los docentes de preescolar del colegio Salitre–Suba trabajaron como actores sociales, ya que los profesionales realizan actividades ecológicas con los niños de la institución educativa. A partir de la investigación concluyeron que a través del arte, juego, literatura y exploración del medio los niños aprendían sobre el ambiente y su cuidado, al ser un trabajo con la comunidad se vuelve un compartir de saberes como en el aprendizaje colaborativo.

El trabajo de Bello et, al (2023), enfocado en aprendizaje Colaborativo en Ingeniería Civil: Proyecto de Desarrollo Sostenible en la Zona Rural de Cartagena de Indias (Colombia). Se trabaja en una zona rural, trabajando con la comunidad escuchándolos y adaptando los planes de saneamiento miento para ellos fue una experiencia enriquecedora como ingenieros con el aprendizaje colaborativo como guía, aunque en el presente trabajo de grado no se aplica una mejora a la calidad de agua si se tiene en cuenta la opinión de la comunidad y con el aprendizaje como mecanismo de conectar con los estudiantes.

### **3. REFERENTES CONCEPTUALES**

En la investigación se abordaron las siguientes temáticas educación ambiental y sus corrientes, Cumbre de medio ambiente, aprendizaje colaborativo, normatividad sobre agua potable, modelo de Viña en calidad de agua.

#### **2.1 Educación ambiental y sus corrientes.**

La educación ambiental se define como el proceso educativo integral orientado a los individuos para comprender las complejas interacciones con su entorno, a través de un conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural (Arrieta, y Senior, 2023). Este enfoque busca fomentar actitudes de valoración y respeto hacia el ambiente, considerándolo como una problemática social que refleja la relación particular de la sociedad con su entorno natural.

Para abordar la crisis ambiental actual, es esencial analizar la interacción entre la sociedad y el medio ambiente, reconociendo que el desarrollo sostenible supera un simple problema. En este contexto, se han desarrollado estrategias educativas desde diferentes enfoques, que han evolucionado para adaptarse a las necesidades y desafíos actuales (Jones y Brown, 2015). Las corrientes de la educación ambiental se han dividido en dos períodos: las primeras surgieron en los setenta y ochenta, mientras que las más recientes responden a las demandas contemporáneas.

Entre las corrientes antiguas se encuentran la naturalista, conservacionista, resolutive, sistémica, científica, humanista, y moral/ética; mientras que las nuevas corrientes incluyen la holística, bio-regionalista, práxica, crítica, etnográfica, eco-educativa, y de sostenibilidad/sustentabilidad. (Paz, et.al, 2014). Según Peter Berg y Raymond Dasmond clarificaron el concepto de bio-región que se refiere a un sentimiento de identidad en las comunidades humanas que allí viven, en relación con el conocimiento de este medio y el deseo de adoptar modos de vida que contribuirán a la valorización de la comunidad natural de la región.

El modelo pedagógico desarrollado por Elsa Talero y Gloria Humana de Gauthier (1993), de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia) se inscribe en una perspectiva biorregional. La educación ambiental está centrada en un enfoque participativo y comunitario donde se convoca a los padres y a otros miembros de la comunidad. Primero se trata de comprometerse en un proceso de reconocimiento del medio y de identificación de los problemas o de las perspectivas de desarrollo de este último. Emergen los proyectos de resolución de estos problemas en una perspectiva pro-activa de desarrollo comunitario. (Sauvé, L.2005)

### La Cumbre de Medio Ambiente 2017

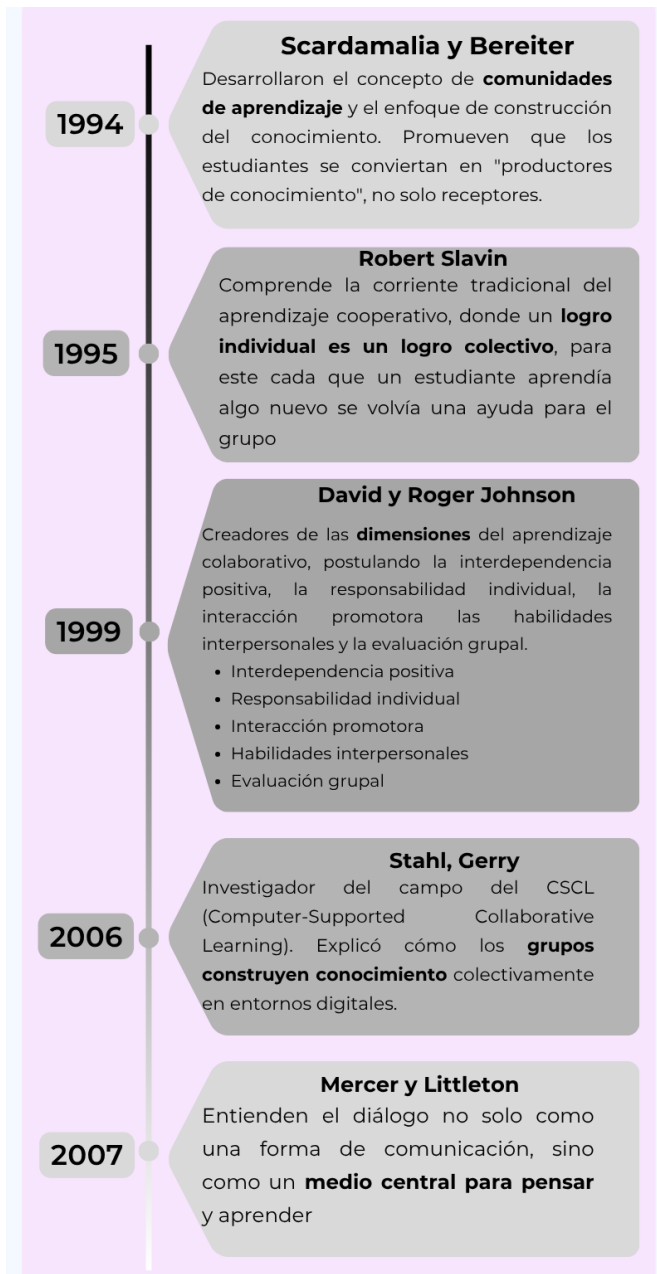
Se enfoca en asegurar la disponibilidad y gestión sostenible del agua limpia y el saneamiento, Objetivo de desarrollo sostenible 6 de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos. Este objetivo persigue optimizar la calidad del agua al reducir la contaminación, eliminar la descarga de productos químicos y materiales peligrosos, así como aumentar el tratamiento de aguas residuales. Además, se busca incrementar la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de los suministros de agua dulce para hacer frente a la escasez. La implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluyendo la cooperación transfronteriza cuando sea necesario, es fundamental. Asimismo, se destaca la importancia de proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos. (ONU. 2017)

## **2.2. Aprendizaje colaborativo**

El enfoque del aprendizaje colaborativo se inscribe dentro de una epistemología socio-constructivista (Bruffee, 1993). El conocimiento es definido como una negociación o construcción conjunta de significados, y esto vale para todo el proceso de enseñanza- aprendizaje; aunque el peso del concepto está puesto en el reconocimiento del valor de la interacción cognitiva entre pares, el aprendizaje colaborativo involucra también al docente, es decir, a todo el contexto de la

enseñanza, la comunidad de aprendizaje. No se trata, de la aplicación circunstancial de técnicas grupales, sino de promover el intercambio y la participación de todos en la generación de una cognición compartida. Este enfoque tiene un amplio recorrido histórico de las diferentes teorías que forjaron el aprendizaje colaborativo las cuales se aclaran en la figura 1.

**Figura 1. Recorrido histórico del aprendizaje colaborativo.**



Elaboración propia

El aprendizaje colaborativo es una didáctica donde se organizan actividades en el aula con el objetivo de crear una experiencia de aprendizaje tanto social como académica. En este enfoque, los estudiantes colaboran en grupo para llevar a cabo tareas de manera conjunta. El papel del profesor es supervisar activamente el proceso de construcción y transformación del conocimiento, fomentando la colaboración entre los estudiantes para que compartan, amplíen y enriquezcan la información que poseen sobre un tema. Estas metodologías pueden utilizar o no tecnología y están diseñadas para promover el desarrollo de habilidades mixtas, integrando el aprendizaje con el crecimiento personal y social. (Osalde, 2015)

Las dimensiones son:

La interdependencia positiva es la capacidad de los miembros de un grupo sobre tener en claro que los esfuerzos de cada integrante son importantes. Esta interdependencia positiva crea un compromiso con el éxito de otras personas, además del propio, lo cual es la base del aprendizaje cooperativo.

Gestión interna de equipo en el grupo se debe asumir la responsabilidad para alcanzar los objetivos, y cada miembro será responsable de cumplir con la parte del trabajo que le corresponda. El grupo debe tener claros sus objetivos o metas para tener éxito en las tareas.

Para la interacción estimuladora los alumnos deben realizar juntos tareas en las que cada uno promueva el éxito de los demás, compartiendo los recursos y ayudándose, respaldándose y felicitándose unos a otros por su empeño en aprender. Los grupos de aprendizaje son un sistema de apoyo escolar y un sistema de respaldo personal.

Las habilidades interpersonales y grupales son necesarias para funcionar como parte de un grupo. Los miembros del grupo deben saber cómo ejercer la dirección, tomar decisiones, crear un clima de confianza, comunicarse y manejar los conflictos, y sentirse motivados a hacerlo.

La evaluación grupal es un momento donde los miembros del grupo analizan en qué medida están alcanzando sus metas, manteniendo relaciones de trabajo eficaces. Los grupos deben determinar qué acciones de sus miembros son positivas o negativas, y tomar decisiones acerca de cuáles conductas conservar o modificar

**Tabla 1. Aprendizaje colaborativo características.**

<b>Características</b>	<b>Aprendizaje colaborativo</b>
<b>Flexibilidad</b>	Estimula la creatividad
<b>Preparación</b>	Requiere una preparación menos avanzada para trabajar con grupos de estudiantes.
<b>Uso de la tecnología</b>	Software: No determinante, flexible, debe brindar posibilidades virtualmente limitada.
<b>Asumir responsabilidad</b>	Se da una división de tareas para posteriormente integrarlo para la consecución de los objetivos, la motivación es extrínseca.
<b>Participación o aprobación</b>	Los estudiantes deben de dudar de las respuestas.
<b>Participación del profesor</b>	Se comparte la responsabilidad, el conocimiento se construye de forma grupal. El profesor da las bases.

Tomado de Osalde, 2015.

### **2.2.1 Aprendizaje colaborativo en la didáctica química**

En el enfoque colaborativo en la didáctica de la química se disciplina desde una nueva perspectiva. Se busca que el papel protagónico en el proceso de creación y toma de decisiones sea por parte de alumnos acercándose a la química utilizando un lenguaje que facilita la comprensión del contenido. El aprendizaje colaborativo

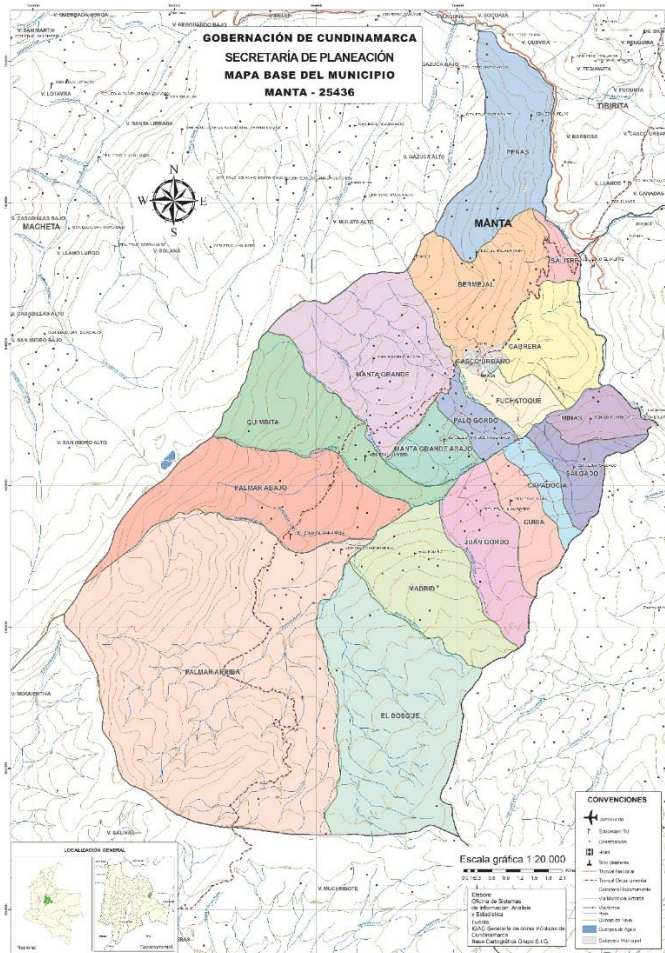
implica que los estudiantes trabajen en grupos pequeños para resolver problemas, realizar experimentos y discutir conceptos clave en química.

La estrategia facilita la comprensión de temas complejos mediante el intercambio de ideas y conocimientos donde se promueve el desarrollo de habilidades sociales esenciales, como la comunicación, la empatía y la capacidad de trabajar juntos hacia un objetivo común. (Castro Navarro, C. M. 2023). La producción colaborativa entre los estudiantes no solo beneficia la enseñanza y el aprendizaje de la química, mejora el rendimiento académico, también fortalece las relaciones interpersonales, promoviendo un ambiente más inclusivo y participativo en el aula. Además, fomenta aspectos sociales importantes para la formación integral de los alumnos, como la autonomía y la responsabilidad colectiva, lo que puede incentivar acciones colaborativas en la sociedad del futuro, generando soluciones y cambios positivos basados en la articulación y el diálogo. (dos Santos Almeida. da Silva Pereira. & Rôças, G.2024).

### **2.3 Municipio de Manta**

El municipio de manta está ubicado en el departamento de Cundinamarca, cuenta con 10 300 hectáreas o 103,00 km<sup>2</sup> estado a 1,883 metros de altitud sus coordenadas son Latitud: 5.00835, Longitud: -73.5396 o Latitud: 5° 0' 30" Norte, Longitud 73° 32' 23" Oeste. Los pisos térmicos que hay en esta área son: cálido, templado, frío y páramo. En la figura 2 tenemos el mapa del municipio donde se muestra todas sus veredas, con rojo tenemos el casco urbano donde esta el colegio y uno de los puntos de muestreo analizados.

#### ***Figura 2. Mapa político de manta Cundinamarca***



Tomado de concejo Municipal de Manta 2007

## 2.4 Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano – Nivel A

Esta metodología creada por el profesor Viña y Ramírez es una técnica propuesta en Colombia para realizar un análisis y seguimiento en la calidad del agua a partir de la participación de estudiantes y a nivel territorial. Ellos proponen parámetros específicos de contaminación poniéndole un aspecto puntual, reuniéndolos en diferentes tipos de grupos que son conocidos como ICOMO, ICOMI, ICOSUS, ICOPH Y ICOTRO.

La metodología de Viña y Ramírez no es obligatoria por ley pero su aplicación tiene en cuenta el marco legal de la Ley 1549 de 2012 (Educación ambiental), Ley 99 de

1993, Art. 1 y 31 (Participación social) y Ley 142 de 1994, Decreto 1575 de 2007, Constitución Art. 79 y 80 (Derecho al agua).

Para el trabajo de grado se usará el ICOMI (índice de contaminación por mineralización), ICOSUS (Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos) y ICOPH (Índice de Contaminación por pH). Los cuales se mide el nivel de contaminación o de calidad teniendo en cuenta los puntajes de cada ICO y comparándolo con la tabla 2.

**Tabla 2. Interpretación de los ICOs**

ICOs	Interpretación
0 – 0.2	No contaminada
0.2 – 0.4	Baja contaminación
0.4 – 0.6	Media contaminación
0.6 – 0.8	alta contaminada
0.8 – 1.0	Muy alta

Tomado de Viña y Ramírez (1999)

Al momento de evaluar el ICOMI se expresa en tres variables, de las cuales se eligieron: conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, dureza por cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonates y bicarbonatos, para esto se aplica la siguiente serie de ecuaciones.

Índice de conductividad

$$\log_{10} I_{\text{conductividad}} = -3,26 + 1,34 \log_{10} * \text{conductividad } (\mu\text{S}/\text{cm})$$

$$I_{\text{conductividad}} = 10^{\log.I \text{ Conduct}}$$

Conductividades mayores a 270  $\mu\text{S}/\text{cm}$  el índice es 1

Índice de dureza

$$\log_{10} I_{\text{dureza}} = -9.09 + 4.40 \log_{10} \text{dureza}(\text{mg}/\text{L})$$

$$I_{dureza} = 10^{\log.I_{dureza}}$$

Durezas mayores a 110 mg/L tiene un índice = 1

Durezas menores a 30 mg/L tiene un índice = 0

Ialcalinidad

$$I_{alcalinidad} = -0.25 + 0.005 \text{ alcalinidad}(g * m^{-3})$$

$$I_{alcalinidad} = 10^{\log.I_{alcalinidad}}$$

alcalinidades mayores a 250 mg/L tiene un índice = 1

alcalinidades menores a 50 mg/L tiene un índice = 0

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{conductividad} + I_{dureza} + I_{alcalinidad})$$

Continuamos con el ICOSUS el cual busca evaluar los sólidos suspendidos que están comprendidos como la turbidez y sedimentos que se puedan encontrar en el agua, por ello el valor de referencia a tener en cuenta es 30 mg/L con la siguiente ecuación y la tabla 8.

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ mayores a } 340 g * m^{-3}$$

Solidos suspendidos mayores a 340 g\*m-3 tiene un ICOSUS = 1

Solidos suspendidos menores a 10 g\*m-3 tiene un ICOSUS = 0

El ICOPH es el grado de acidez o alcalinidad del agua donde se busca que el agua este en un valor 7 que es neutro, que es el valor recomendado para el agua potable, para este ICO la ecuación es

$$ICOPH = \frac{e^{-3.108+3.45pH}}{1 + e^{-3.108+3.45pH}}$$

## **2.5 Normatividad sobre calidad de aguas en Colombia**

### 2.5.1 Decreto 1076 del 2015

Una de las normas más importantes a nivel ambiental sobre aguas potables que establece el marco institucional del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del IDEAM, que colaboran en la definición y seguimiento de variables ambientales y calidad del agua en zonas rurales. Dando la regulación sobre vertimientos, control ambiental y manejo de cuencas, lo cual puede impactar indirectamente la vigilancia de sistemas comunitarios de agua. Es importante destacar los siguientes puntos:

- Indica que todas las captaciones de agua (incluso comunitarias o rurales) deben contar con permiso de concesión de aguas (Art. 2.2.3.2.2.1).
- Determina que los vertimientos que puedan afectar la fuente de captación deben estar regulados, tratados o controlados.
- Obliga a las autoridades ambientales a intervenir cuando las fuentes estén deterioradas o en riesgo.

### 2.5.2 Decreto 1575 del 2007- Sistema de Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Este Decreto tiene definiciones importantes sobre el agua potable en el artículo 2, resaltamos para la investigación las siguientes:

- Agua cruda: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.
- Agua potable o agua para consumo humano: Es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente Decreto y demás normas que la reglamenten, es

apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.

- Buenas prácticas sanitarias: Son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura.
- Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.
- Planta de tratamiento o de potabilización: Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

En el capítulo 2 artículo 3 están las características del agua para consumo humano, tanto físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana, los cuales son determinados por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente. Para tal efecto, definirán, entre otros, los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos, buscando la racionalización de costos, así como las técnicas para realizar los análisis microbiológicos y adoptarán las definiciones sobre la materia.

### 2.5.3 Resolución 2115 (22 de junio de 2007)

La resolución busca establecer parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se deben cumplir en la calidad de agua para ser considerada apta para consumo humano en Colombia, así como definir los instrumentos de control y vigilancia sanitaria para esto se tiene en cuenta 3 índices que son Índice de Riesgo de la Calidad del Agua, índice Riesgo municipal por abastecimiento de agua y índice de calidad de aguas crudas.

#### 2.5.3.1 Índice de Riesgo de la Calidad del Agua

Según la ley hay parámetros los cuales tienen un valor estipulado para el cálculo del IRCA, esto se pueden ver en la tabla 1 donde están las características físicas del agua potable y en la tabla 2 están las características microbiológicas del agua potable.

**Tabla 3. Características microbiológicas del agua potable.**

<b>Características microbiológicas</b>		
<b>Técnicas utilizadas</b>	<b>Coliformes totales</b>	<b>Escherichia coli</b>
<b>Filtración por membrana</b>	0/UFC 0 UFC/ 100 cm <sup>3</sup>	0 UFC/ 100 cm <sup>3</sup>
<b>Enzima sustrato</b>	< de 1 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>	< de 1 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>
<b>Sustrato definido</b>	0 microorganismos en 100 cm <sup>3</sup>	0 microorganismos en 100 cm <sup>3</sup>
<b>Presencia-Ausencia</b>	Ausencia en 100 cm <sup>3</sup>	Ausencia en 100 cm <sup>3</sup>

Tomado de Decreto 2115 de 2007.

El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

El IRCA se puede calcular por muestra y por mes con la ecuación siguiente. Con esto se mantiene un control en la calidad del agua, cada parámetro tiene un puntaje asignado que se encuentra en la tabla 4. Tras el puntaje se clasifica la calidad mediante la siguiente tabla 5.

$$IRCA (\%) = \frac{s \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{s \text{ puntaje de riesgo asignado a todas las características analizadas}} * 100$$

**Tabla 4. Puntajes para el IRCA.**

Parámetro	Puntaje de IRCA	Rango permitido
Color aparente	6	≤ 15 unidades Pt-Co
Turbiedad	15	≤ 2 UNT
pH	1,5	6.5 – 9.0
Cloro residual Libre	15	≥ 0.2 mg/L y ≤ 2.0 mg/L
Alcalinidad total	1	Sin límite específico (valor de referencia)
Calcio	1	≤ 200 mg/L
Fosfatos	1	Sin límite específico
Manganeso	1	≤ 0.05 mg/L
Molibdeno	1	
Magnesio	1	≤ 150 mg/L
Zinc	1	≤ 3.0 mg/L
Dureza total	1	≤ 300 mg/L (como CaCO <sub>3</sub> )
Sulfatos	1	≤ 250 mg/L
Hierro total	1,5	≤ 0.3 mg/L
Cloruros	1	≤ 250 mg/L
Nitratos	1	≤ 10 mg/L (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Nitritos	3	≤ 1 mg/L (como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
Aluminio (Al <sup>3+</sup> )	3	≤ 0.2 mg/L
Fluoruros	1	≤ 1.5 mg/L
COT	3	Sin límite específico
Coliformes totales	15	0 NMP/100 mL
Escherichia coli	25	0 NMP/100 mL
Sumatoria total	100	

Tomado de Decreto 2115 de 2007.

**Tabla 5. Clasificación del IRCA.**

<b>Clasificación IRCA (%)</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>IRCA mensual (Acciones)</b>
<b>80,1 – 100</b>	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
<b>35.1 – 80</b>	ALTO	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos
<b>14.1 – 35</b>	Medio	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
<b>5.1 – 14</b>	Bajo	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
<b>0 – 5</b>	Sin riesgo	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Tomado del Decreto 2115 de 2007.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo de grado se fundamentó en la necesidad de abordar la problemática existente en los habitantes del casco urbano y las veredas donde llega el agua tratada por la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Manta (Cundinamarca), donde se observó una baja utilización de esta. Debido a las dudas de la población sobre su calidad, ya que en momentos del año se observa que las propiedades organolépticas del agua, como el color no translúcido, hace que la población prefiera consumir agua envasada y a su vez, genera que los habitantes se sientan insatisfechos por el servicio que brinda la empresa prestadora. Por lo anterior, ellos no pagan las facturas respectivas, lo que crea una problemática directa en el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable, por el costo del tratamiento que impide un servicio óptimo de la misma.

Este estudio busca determinar el impacto de la implementación de estrategias pedagógicas basadas en el enfoque bioregionalista sobre el desarrollo de habilidades de aprendizaje colaborativo en estudiantes de [grado/curso].

De acuerdo con datos del SIVICAP (Instituto Nacional de Salud, 2025), el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) en el municipio ha oscilado históricamente entre niveles de riesgo medio y alto, con un promedio de 18,45 desde el año 2012, alcanzando valores de hasta 45 en puntaje de riesgo durante las temporadas secas. Estas cifras evidencian la persistencia de un problema que compromete la salud pública y la confianza ciudadana en el sistema de abastecimiento.

Por ello se quiere generar conciencia en la población de este tema importante para la salud pública del municipio, se intervendrá en una pequeña población de estudiantes del Colegio Departamental de Manta del grado 11° donde a través del reconocimiento de su territorio. Para esto se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo inciden las dimensiones del aprendizaje colaborativo en la

comprensión de la calidad del agua en el municipio de Manta (Cundinamarca) por parte de los estudiantes de grado undécimo del Colegio Departamental de Manta?

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General**

Determinar la incidencia de las dimensiones del aprendizaje colaborativo en la comprensión de la calidad del agua en el municipio de Manta (Cundinamarca) por parte de los estudiantes de grado undécimo del Colegio Departamental de Manta.

### **5.2 Específicos**

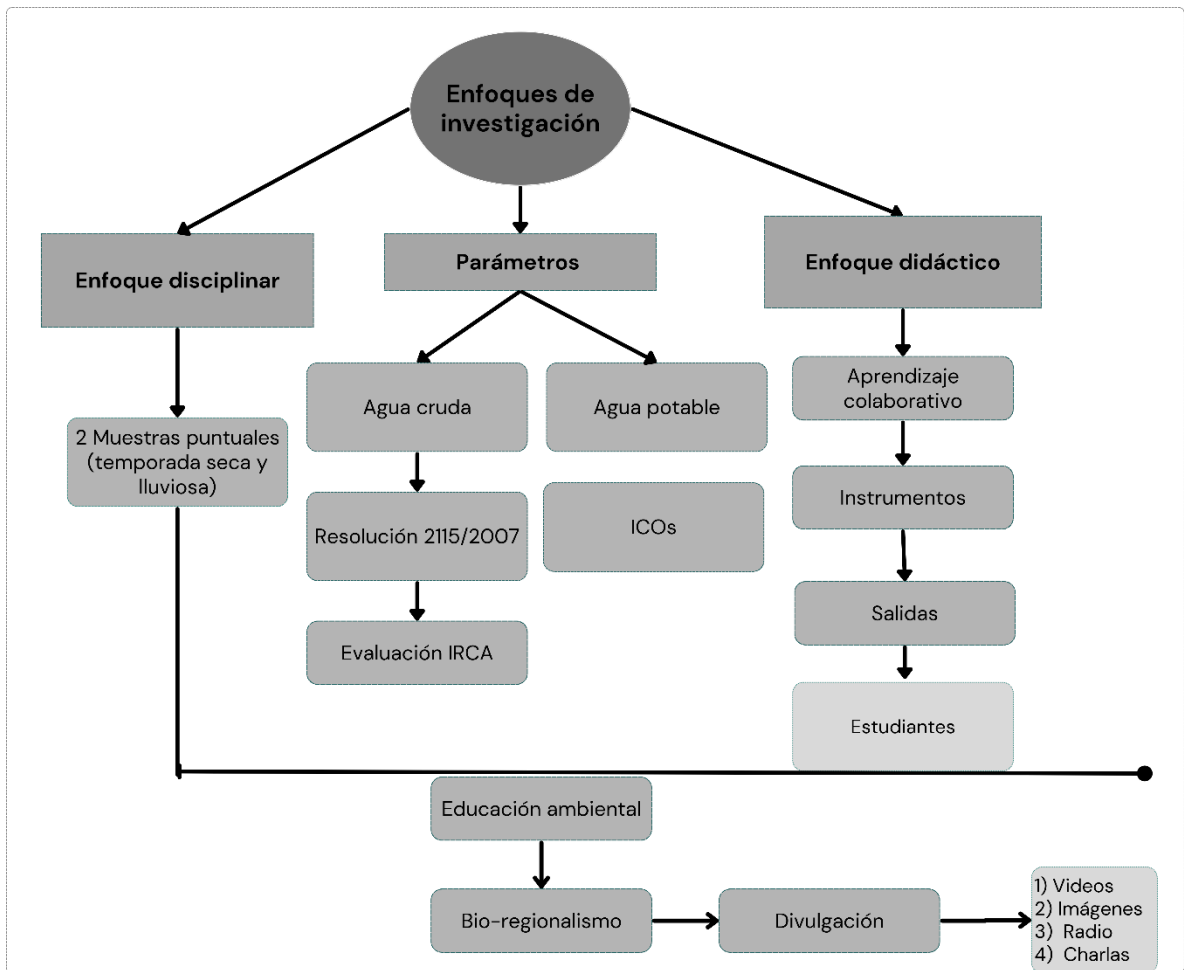
- Caracterizar las dimensiones del aprendizaje colaborativo y las concepciones de los estudiantes sobre la calidad de agua potable.
- Determinar la calidad del agua superficial y potable suministrada a la población en temporada seca y de lluvia aplicando modelos de ICOs y de IRCA.
- Evaluar la propuesta didáctica basada en el aprendizaje colaborativo en la población objeto de estudio.

## 5. METODOLOGÍA

En el trabajo de grado se adopta una metodología mixta, entendida como un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, que incluye el componente cualitativo como implemento para un diseño descriptivo el investigador actúo como observador no participante, registrando en un diario de campo los avances, interacciones y dinámicas de los estudiantes. En el componente cuantitativo, se recopilan y analizan El enfoque de correlación se emplea para identificar si existe una relación o asociación entre dos o más variables, sin establecer causalidad. No se manipulan variables, sino que se observan y analizan situaciones preexistentes (Hernández, et al., 2014).

El enfoque socio-crítico se centra en los valores sociales y cotidianos, considerando al docente como un mediador entre el conocimiento y los estudiantes, quienes deben involucrarse activamente en la resolución de problemas y en la toma de decisiones orientadas a mejorar el medio ambiente y la sociedad (Hernández et al., 2014).

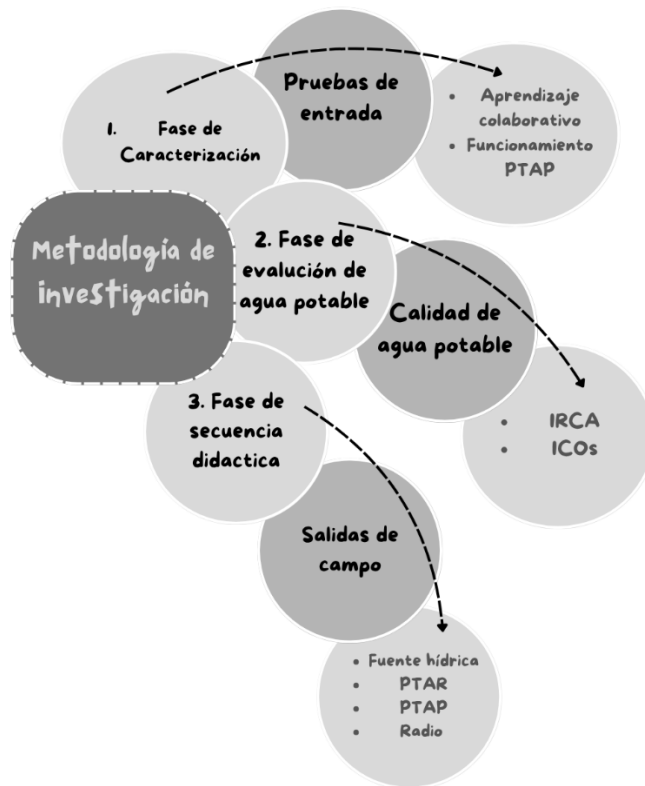
***Figura 2. Modelo de esta investigación.***



Elaboración propia.

En la presente investigación se realizó una intervención con 26 estudiantes de grado once cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años del colegio departamental de Manta. Teniendo en cuenta el rol del investigador como observador implicó el uso del diario de campo donde se registró y analizó lo que ocurrió de manera natural en el contexto. Para el seguimiento del proceso con el fin de documentar el avance de los estudiantes durante las actividades, registrando evidencias, comportamientos, interacciones y progresos observados. Este registro permitió el análisis de forma sistemática de cómo se desarrollaron las habilidades y competencias propuestas, así como el impacto de las estrategias implementadas.

**Figura 3. Metodología de la presente investigación.**



Elaboración propia.

## 5.1 Fase 1: Caracterización

Se realizaron dos pruebas de entrada una para caracterizar a los estudiantes en las dimensiones de aprendizaje colaborativo y la otra para ver el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre las plantas de tratamiento de agua potable y su importancia.

### 5.1.1 aprendizaje colaborativo

Esta fue una prueba Likert la cual es un instrumento ya validado y creado por Solís-Castillo Julio César en 2012 con el objetivo de diagnosticar de manera individual o grupal cómo se desarrolla el aprendizaje colaborativo en el aula de clase. Para la clasificación de los estudiantes se realizó con la tabla 6 y la rúbrica de la tabla 7 para clasificar como están los estudiantes en cada una de las dimensiones.

**Tabla 6. clasificación de los estudiantes.**

Número	Clasificación
1 a 2.4	Bajo desarrollo
2.5 a 3.4	Medio Desarrollo
3.5 a 5.0	Alto Desarrollo

Tomado de Solis-Castillo 2012

**Tabla 7. Rúbrica para evaluar el aprendizaje colaborativo**

Dimensión	Nivel bajo (1.0 - 2.4)	Nivel medio (2.5 - 3.4)	Nivel alto (3.5 - 5.0)
<b>1. Interdependencia positiva</b>	El estudiante realiza las actividades de manera individual, sin ayuda de sus compañeros.	El estudiante realiza las actividades de manera individual, pero es consciente que se debe trabajar en equipo.	El estudiante realiza el trabajo de manera grupal, sabiendo que es más eficiente de este modo.
<b>2. Interacción estimuladora</b>	El estudiante no dialoga con sus compañeros, tomando una actitud de aislamiento.	El estudiante dialoga a veces con sus compañeros, pero no es de manera constructiva.	El estudiante dialoga con sus compañeros para apoyarse activamente.
<b>3. Gestión interna de equipo</b>	El estudiante no es responsable con su trabajo desentendiéndose de sus responsabilidades	El estudiante cumple con el mínimo de sus responsabilidades.	.El estudiante asume su responsabilidad y ayuda a completar con éxito la actividad.

<b>4. Habilidades interpersonales y grupales</b>	El estudiante tiene dificultades para dialogar con sus compañeros para resolver conflictos o ayudar en los trabajos.	El estudiante tiene las habilidades sociales necesarias para resolver los conflictos dentro y fuera del grupo.	Buen manejo de la comunicación, cooperación, empatía y resolución de conflictos. El estudiante
<b>5. Evaluación interna del equipo.</b>	El grupo no reflexiona ni evalúa su trabajo.	Se realizan reflexiones superficiales o poco frecuentes.	El grupo analiza regularmente su desempeño, identifica fortalezas y áreas de mejora.

Elaboración propia

#### 5.1.2. Conocimiento planta de tratamiento de agua potable.

Para entender el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre las plantas y el agua se plantearon 5 preguntas, cada una enfocada en un tipo de conocimiento específico. Llegando a la prueba de entrada que está en el anexo 1, ahora se explicara pregunta por pregunta el porqué de cada una y al final se generan las rúbricas de evaluación para las preguntas.

- Pregunta 1: para entender los procesos en una planta se deben tener unas bases químicas y físicas, en este caso filtración, desinfección, turbiedad, pH, solidos totales y coagulación estos representados en dos columnas una que es la identificación en laboratorio, la otra visión micro de estos procesos, se crea en forma de unir imágenes para ver la relación que hacen los estudiantes frente a estos procesos.
- Pregunta 2: Con esta pregunta se enfatiza en las fases que presenta la planta de tratamiento, y los procesos fisicoquímicos que intervienen en ellas. A partir

de esta se puede ver el nivel de conocimiento de los estudiantes y así tener un punto de partida en la explicación del funcionamiento de la planta.

- Pregunta 3: Una de las problemáticas con el agua no potable son los riesgos a la salud por consiguiente es una pregunta central para ver los estudiantes que tan conscientes son de este riesgo.
- Pregunta 4: Esta es de carácter informativo para el trabajo de grado, con ella recogimos información sobre quienes tienen agua del acueducto y los que la tienen si pagan o están informados del costo de los servicios.
- Pregunta 5: Una parte fundamental sobre la calidad del agua potable son los parámetros con los que se evalúa este por lo tanto se quería ver los estudiantes que asocian por parámetro o característica del agua potable.

**Tabla 8. Rubrica prueba de entrada sobre conocimiento de la PTAP**

Rubrica				
	Superior	Alto	Básico	Bajo
<b>Pregunta 1</b>	El estudiante tiene la capacidad de unir las diferentes casillas teniendo en claridad los conceptos, instrumentos de laboratorio y	El estudiante tiene la capacidad de unir 4 diferentes casillas teniendo mediana claridad los conceptos, instrumentos	El estudiante tiene la capacidad de unir 3 a 2 diferentes casillas sin tener claridad de los conceptos, instrumentos de laboratorio y la vista del fenómeno de	El estudiante tiene la capacidad de unir 1 o menos diferentes casillas sin saber ni entender los conceptos, instrumentos de laboratorio

	la vista del fenómeno de manera microscópica.	de laboratorio y la vista del fenómeno de manera microscópica.	manera microscópica.	y la vista del fenómeno de manera microscópica.
<b>Pregunta 2</b>	El estudiante tiene un alto conocimiento sobre el funcionamiento de la PTAP por lo que nombra de manera correcta todas las fases también procesos químicos y físicos de esta.	El estudiante tiene conocimiento sobre la PTAP y escribe correctamente 3 a 4 fases correctamente nombrando también los procesos físicos y químicos de las respectivas fases	El estudiante tiene una idea vaga sobre las fases realizadas en una PTAP por lo que es capaz de nombrar uno o dos procesos correctamente y nombra uno o dos propiedades físicas o químicas que intervienen en las fases.	El estudiante no sabe nada sobre las fases de la PTAP e incapaz de escribir ni uno de los procesos reales, por lo cual no es capaz de nombrar ni una sola propiedad química o física.
<b>Pregunta 3</b>	El estudiante conoce y describe de manera correcta las enfermedades que acarrean consumir agua no potable,	El estudiante sabe de algunas enfermedades por consumir agua no potable, nombrando	El estudiante nombra algunos síntomas gastrointestinales que asume pueden ser causadas por consumir agua en mal estado.	El estudiante no cree que el agua no potable sea el causante de enfermedades.

	describiendo los síntomas de manera clara.	algunos de los síntomas.		
<b>Pregunta 5</b>	El estudiante coloca 3 parámetros validos explicando de manera clara porque es importante ver esto en el agua que consumen.	El estudiante coloca 2 parámetros validos explicando de manera leve porque son importantes.	El estudiante coloca 1 parámetro que explica de manera vaga.	El estudiante no es capaz de colocar ningún parámetro valido o dar alguna explicación valida sobre los parámetros que coloca.

Elaboración propia.

## 5.2 Fase 2: Calidad de agua potable

### Temporada seca

Para hablar sobre calidad del agua potable se revisó el Decreto 2115 haciendo énfasis en el IRCA, y los ICOs siendo los indicadores de calidad establecidos. Durante esta fase también se recogió datos sobre la planta de agua nivel de riesgo de esta encontrados en el SIVICAP, después se realiza una visita a la planta para ver sus condiciones se habla con el encargado y la jefa de servicios públicos para saber el estado de esta. A partir de esto se proponen los parámetros que se llevaron a laboratorio.

Para esto se tomaron muestras en dos periodos diferentes una en temporada seca y otra en temporada de lluvias.

**Tabla. 9 condiciones de muestreo.**

	Agua cruda	Agua potable
Puntos de toma de muestra	Planta de tratamiento de agua potable.	Centro del pueblo. Colegio departamental. Vereda Fuchatoque.
Distancia de la planta	0	474.42 m 790.71 m 836.06 m
Protocolo	Muestreo puntual IDEAM	Muestreo puntual IDEAM
Volumen de muestra	800 ml	600 ml
Preservación	En nevera a 4 °C	En nevera a 4 °C
Evidencia		 

Elaboración propia

La primera fue el 3 de diciembre de 2024

Donde se tomaron muestras de 3 puntos distintos presentados en la donde el punto azul es donde se localiza la planta de tratamiento de agua potable del pueblo y los puntos fucsia son los puntos de toma.

**Figura. 4 mapa con los puntos de toma de muestra.**



Elaboración propia

Se determinaron los parámetros físico-químicos los cuales fueron: analizó pH, conductividad, Alcalinidad, Dureza y turbidez esto según los métodos estandarizados (1995) para agua potable y agua cruda.

El siguiente laboratorio se realizó el 19 de junio de 2025 en la temporada de lluvias.

Para este debido a las falencias observadas en la planta se llevó a cabo unos parámetros más exhaustivos llevándose muestras a un laboratorio externo. En los mismos puntos de muestreo anterior se realizaron los simples pruebas. Para el laboratorio externo se realizó una prueba de *E.coli* y cloro libre los resultados de estos se encuentra en el anexo 3. Donde se en los mismos puntos de muestreo de la temporada seca.

En esta ocasión debido al estado del agua se hicieron los parámetros de rutina estipulados en la ley 2115 capítulo V siendo estos pH, conductividad eléctrica, turbidez, color aparente, cloro residual libre, alcalinidad total, dureza total, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, Coliformes totales y *Escherichia coli*. Todo esto

basado en el manual de métodos estandarizados(1995) para agua potable y agua cruda.

### 5.3 Fase 3: Secuencia didáctica

Durante la planeación de las actividades se acordó con la docente encargada las salidas que se realizaron con el propósito de reforzar el conocimiento del territorio, potenciar las habilidades propias del aprendizaje colaborativo y dejar clara la importancia de cuidar los recursos hídricos, así como de reconocer y valorar el trabajo que se realiza en el municipio para su preservación. Estas salidas, concebidas como parte de una secuencia didáctica, permitieron articular el aprendizaje con experiencias prácticas y significativas. Como actividad de cierre, se optó por la exposición en la emisora de la institución educativa, ya que esta brindó a los estudiantes un escenario real de comunicación y trabajo en equipo, donde pudieron aplicar las dimensiones del aprendizaje colaborativo (interdependencia positiva, responsabilidad individual y grupal, habilidades interpersonales y reflexión grupal) al difundir a la comunidad lo aprendido, fortaleciendo así su sentido de pertenencia y compromiso con el territorio.

Encuentro 2: Salida a cuerpo de agua superficial ubicado en carretera.

Los estudiantes se les aplicó la prueba Likert que es un instrumento ya validado sobre el aprendizaje colaborativo, después de esto se realizó una salida a un cuerpo de agua generado por las lluvias y la falta de escurrimiento donde los estudiantes ven la fauna y flora diligenciando una tabla dada por la profesora titular.

Encuentro 3: Salida a la Planta de Tratamiento de agua residual.

Como parte de la experiencia de conocer el territorio con los estudiantes se organizó una salida hacia la PTAR del municipio donde se les dio un recorrido guiado por las diferentes partes de la planta donde al final los estudiantes realizaron una reflexión. Se dejó de tarea ver el video sobre la planta de tratamiento de agua potable para prepararse para la salida a esta planta.

Encuentro 4: Salida a la Planta de Tratamiento de agua potable.

En esta sesión se realizó una salida a la PTAP donde se les explico el funcionamiento de la planta, los jóvenes pudieron ver de cerca el proceso y realizamos pruebas de pH al agua, se explico también la normativa para la calidad de aguas.

Encuentro 5: Cierre y evaluación

Para ver el conocimiento adquirido por los estudiantes por medio de una pequeña intervención de los estudiantes por grupos con un tema puesto por la docente. Algunos de los temas fueron calentamiento global, cuidados del ambiente, minería, PTAP y PTAR estos temas se escogieron de acuerdo al marco de conservación del recurso hídrico y lo visto en las plantas. Todos los estudiantes hablaron en la radio exponiendo sus respectivos temas. A continuación, las rubricas servirán para evaluar el avance de los estudiantes después de la implementación en los temas centrales que se trabajó se generó los siguientes tres conceptos de evaluación preparación del tema a exponer, información expresada en la radio y participación - apoyo al compañero. Para la rúbrica se tuvieron en cuenta las dimensiones trabajadas para la preparación del tema a exponer se traspone en la dimensión de Interdependencia positiva e Interacción estimuladora debido a que estas resaltan el trabajo individual, gestión interna de equipo y la comunicación entre los compañeros para la distribución de trabajo, para la participación y apoyo mutuo están integradas las dimensiones de Evaluación interna del equipo y Habilidades interpersonales y grupales , aplicadas al momento de comunicarse con sus compañeros para socializar lo que iba a hablar cada uno, también en los momentos donde alguno se perdía del tema pueda ayudarlo de manera correcta y asertiva.

**Tabla 10. Rubrica de prueba de salida.**

superior	Alto	Básico	bajo
----------	------	--------	------

<b>Preparación del tema a exponer</b>	<p>El estudiante realiza una consulta con unas referencias de fuentes confiables, variadas y actualizadas, citadas correctamente, presentando un análisis, con argumentos bien estructurados y basados en evidencia.</p>	<p>El estudiante realiza una consulta con unas referencias confiables, variadas y actualizadas, intentando citar, presentando un análisis, con argumentos y basados en evidencia.</p>	<p>El estudiante realiza una consulta con variadas fuentes y actualizadas, presentando argumentos y basados en evidencia.</p>	<p>El estudiante no realiza una consulta con variadas fuentes y actualizadas, presentando argumentos y basados en evidencia, además demuestra no saber del tema.</p>
<b>Información expresada en la radio</b>	<p>El estudiante habla de manera fluida sobre el tema de exposición asignado, bien estructurada y con un desarrollo lógico del</p>	<p>El estudiante habla sobre el tema de exposición asignado de manera fluida, estructurada y con un desarrollo</p>	<p>El estudiante habla sobre el tema de exposición asignado, con un desarrollo lógico del contenido. Intentando</p>	<p>El estudiante habla sobre el tema de exposición asignado, pero no sabe que está diciendo y se nota que solo memorizo el</p>

	contenido. Llegando a realizar un mensaje con alto impacto y promoviendo reflexión.	lógico del contenido. Llegando a realizar un mensaje con impacto y promoviendo reflexión.	realizar un mensaje con impacto y reflexión.	discurso. Sin realizar un mensaje reflexión.
<b>Participación y apoyo mutuo</b>	El estudiante comparte con sus compañeros la información que investigo para llegar a una excelente coordinación y distribución de roles, con participación equitativa.	El estudiante comparte con sus compañeros la información que investigo para llegar a una coordinación y distribución de roles, con una buena participación.	El estudiante comparte con sus compañeros la información que investigo para llegar a un acuerdo entre ellos, con una participación.	El estudiante no comparte con sus compañeros la información que investigo y durante la intervención se ve la falta de comunicación entre ellos.

Fuente. Creación propia.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

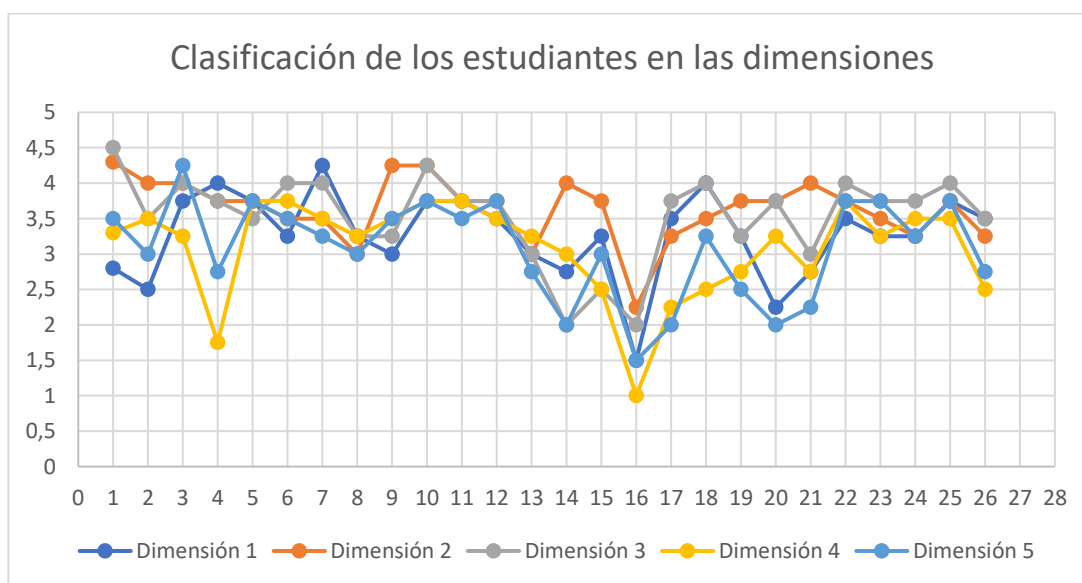
### 6.1 Resultados de caracterización de los estudiantes.

Durante el primer encuentro se realizó las dos pruebas de entradas y presentación del trabajo de grado obteniendo el siguiente resultado para las clasificaciones los estudiantes en las dimensiones.

#### 6.1.1 Clasificación de los estudiantes en las dimensiones de aprendizaje colaborativo.

Para el análisis de este se realizó una gráfica para ver el estado de cada uno de los estudiantes ubicado en la figura 5 en cada una de las dimensiones que postula el autor.

**Figura 5. Gráfica de comportamiento sobre resultados de prueba de entrada.**



Elaboración propia

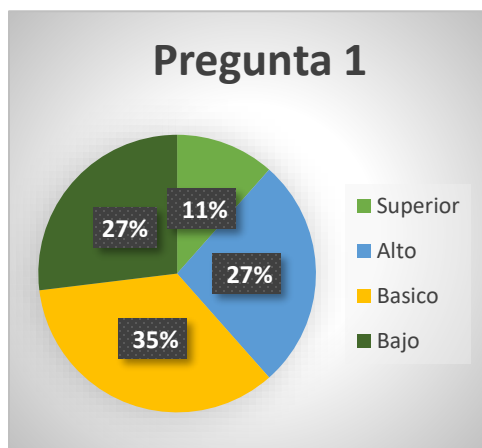
Teniendo en cuenta la siguiente rubrica para la clasificación de los estudiantes se analizó como la mayoría del curso estaba en un nivel medio alto en las dimensiones, pero también tuvimos casos donde el estudiante 4 y 16 en la dimensión de habilidades intrapersonales y trabajo en equipo tienen una posición muy baja respecto a los otros. Asimismo, la prueba de aprendizaje colaborativo permitió a los

estudiantes autoevaluarse y mejorar sus habilidades para las actividades futuras del trabajo de grado.

### 6.1.2 Concepciones sobre la PTAP.

Al hacer el análisis de los resultados obtenidos de la prueba de entrada se realizó pregunta por pregunta con sus graficas para ver el estado de los estudiantes en cada una de las preguntas.

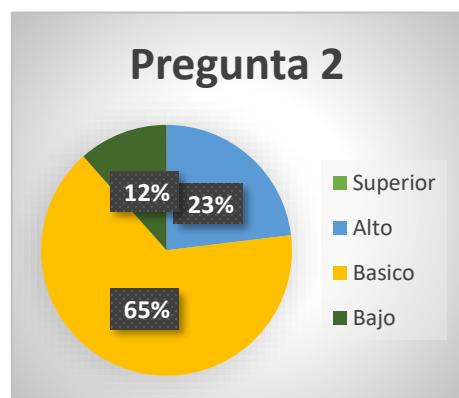
**Figura 6. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 1.**



En la primera se propuso ver el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre procesos de laboratorio y su comprensión sobre que pasa a nivel molecular, a partir de esto se ve como los estudiantes están en un nivel básico con el 35% como se ve en la figura 6, teniendo en cuenta la rúbrica vemos que la mayoría de los estudiantes tiene la capacidad de unir 3 a 2 diferentes casillas

pero no saben claridad de los conceptos que entrelazan, ni de instrumentos de laboratorio y la vista del fenómeno de manera microscópica.

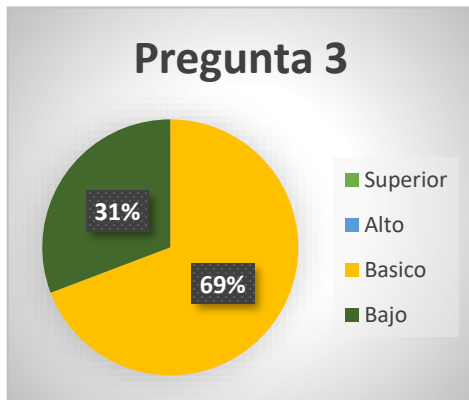
**Figura 7. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 2.**



En la segunda sé que quería ver el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre las fases de una PTAP y los procesos físico- químicos que conllevan, a partir de esto se ve como los estudiantes están en un nivel básico con 65% como se ve en la figura 7, teniendo en cuenta la rúbrica los estudiante tiene una idea vaga sobre las fases realizadas en una

PTAP por lo que son capaces de nombrar uno o dos procesos correctamente y nombra uno o dos propiedades físicas o químicas que intervienen en las fases.

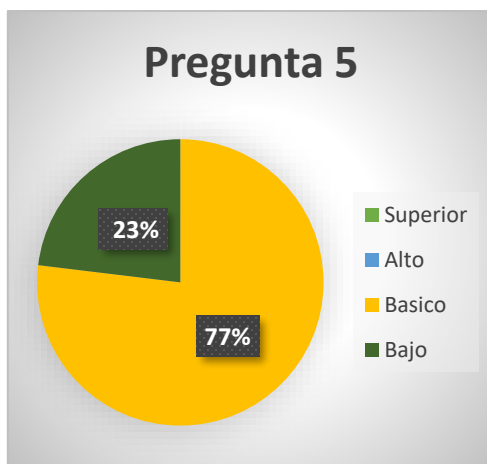
**Figura 8. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 3.**



En la tercera sé que quería ver el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre las enfermedades o riesgos que conlleva el consumir agua en mal estado a partir de esto se ve como los estudiantes están en un nivel básico con 69% como se ve en la figura 8, teniendo en cuenta la rúbrica los estudiantes nombra algunos síntomas

gastrointestinales que asume pueden ser causadas por consumir agua en mal estado.

**Figura 9. Resultados de los estudiantes acerca de la pregunta 5.**



En la quinta sé quiere ver el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre qué características ven ellos en el agua para dar una opinión de si el agua está en buen o mal estado, a partir de esto se ve como los estudiantes están en un nivel básico con 77% como se ve en la figura 9, teniendo en cuenta la rúbrica El estudiante coloca 1 parámetro que explica de manera vaga.

## 6.2 Caracterización en matrices de agua en Manta Cundinamarca

### 6.2.1 Laboratorio temporada seca

#### 6.2.1 Determinación de ICOs en agua cruda

Al realizar este laboratorio para ver el estado del agua cruda.

**Tabla 11. Resultados de laboratorio muestra temporada seca.**

MUESTRA DE AGUA CRUDA			
Parámetro	Valor	Unidad	Rango
pH	6.11	Unidad de pH	6.5 – 8.5
Conductividad	21.4	µS/cm	1000 µS/cm
Turbidez	1.34	UNT	0.5 – 5 UNT
Alcalinidad	13	mg/L CaCO <sub>3</sub>	200 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Dureza	10	mg/L CaCO <sub>3</sub>	30 y 150 mg/L CaCO <sub>3</sub>

Elaboración propia

Se realiza el ICOMI

Se realiza la detención de los 3 índices con las ecuaciones del marco teórico en las páginas 18 y 19.

Recopilamos e resultado en la tabla 12 para clasificar el agua con su nivel de contaminación

**Tabla 12. Resultados de ICOs en temporada seca**

ICO	Puntaje	Nivel de contaminación
Índice de conductividad	0,033	
Índice de dureza	0	
Índice de alcalinidad	0,06	
ICOMI Total	0,031	No contaminada
ICOpH	0	No contaminada

Elaboración propia

Después de los análisis se ve que el estado del agua es no contaminado por mineralización y con un pH no contaminante. Quiere decir que el agua al ingresar a la planta es buena.

### 6.2.2 IRCA

Ahora con las muestras de los diferentes puntos del municipio se calculará el IRCA con los parámetros de rutina.

**TABLA 13. Resultados puntos de muestreo en temporada seca.**

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Limite	Puntaje de riesgo
<b>Parámetro</b>	Valor	Valor	Valor		Valor
<b>pH</b>	6.46	6.46	6.18	6.5 – 9.0	1,5
<b>Conductividad <math>\mu\text{S/cm}</math></b>	19.7	10	9.26		N/A
<b>Turbidez UNT</b>	7.56	3.76	3.27	$\leq 2$	15
<b>Alcalinidad <math>\text{mg/L CaCO}_3</math></b>	27	30	21		1
<b>Dureza <math>\text{mg/L CaCO}_3</math></b>	8	10	9	$\leq 300$ $\text{mg/L}$ (como $\text{CaCO}_3$ )	1

Elaboración propia

Se calcula el IRCA de los 3 puntos de muestreo con las ecuaciones del marco teórico ubicado en la página 22.

Calculo estimado

$$IRCA (\%) = \frac{s \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{s \text{ puntaje de riesgo asignado a todas las características analizadas}} * 100$$

Este es el calculo del IRCA del punto de muestreo 1.

$$IRCA (\%) = \frac{15}{18.5} * 100 = 89,2\%$$

Ya con los tres porcentajes de IRCA se realizó el análisis de la calidad de agua que suministra el municipio.

**Tabla 14. Puntajes de IRCA obtenidos.**

	Porcentaje de IRCA	Nivel de riesgo
<b>Punto de muestreo 1</b>	83,8 %	Inviabile sanitariamente
<b>Punto de muestreo 2</b>	83,8 %	Inviabile sanitariamente
<b>Punto de muestreo 3</b>	89,2 %	Inviabile sanitariamente

Después de los análisis respectivos con los puntajes de IRCA obtenidos se ve como el agua está en muy mal estado, Se recomienda aumentar a los parámetros de rutina para hacer una revisión completa de las muestras de agua.

#### 6.2.2 temporada de lluvias

Se realizo los análisis al agua cruda para determina el ICOs en esta temporada.

**Tabla 15. Resultados en temporada de lluvias**

Parámetro	Cantidad
<b>pH</b>	7
<b>Coliformes totales UFC/100mL* laboratorio externo</b>	12
<b>Solidos suspendidos g</b>	0,014
<b>Oxígeno disuelto %</b>	79,5

<b>Conductividad <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></b>	16
<b>Dureza mg/L <math>\text{CaCO}_3</math></b>	16
<b>Alcalinidad mg/L <math>\text{CaCO}_3</math></b>	7

Elaboración propia

Con los datos los datos obtenidos el cálculo del ICOMI con las ecuaciones del marco teórico en la paginas 18 y 19.

Se continua con el ICOpH ya que tenemos un pH de 7 por lo que el resultado del ICO es de 0

El ICOSUS como nos lo aclara Viña y Ramírez al ser menor de 30 g los sólidos suspendido nos da un resultado de 0 para este ICO.

**Tabla 16. Resultados de ICOs en temporada de lluvia**

ICO	Puntaje	Nivel de contaminación
<b>Índice de conductividad</b>	0,022	
<b>Índice de dureza</b>	0,001	
<b>Índice de alcalinidad</b>	0,035	
<b>ICOMI Total</b>	0,031	No contaminada
<b>ICOpH</b>	0	No contaminada
<b>ICOSUS</b>	0	No contaminada

Elaboración propia

Por lo analizado en los ICOs el estado del agua sigue siendo bueno en esta temporada de lluvias, pero si es preocupante la cantidad de coliformes hallados en la muestra de agua cruda, por lo que se recomienda hacer un proceso de desinfección más eficiente.

**TABLA 17. Resultados puntos de muestreo en temporada de lluvia.**

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Rango	Puntaje de riesgo
	Valor	Valor	Valor	Rango	
<b>pH</b>	6,28	6,12	6,00	6.5 – 9.0	1,5
<b>Color aparente expresado en UPC</b>	0	10	0	≤ 15 unidades Pt-Co	6
<b>Conductividad <math>\mu</math>S/cm</b>	21,2	24,9	23,7		N/A
<b>Turbidez UNT</b>	1,89	2,25	1,5	≤ 2	15
<b>cloro residual libre mg Cl<sub>2</sub>/L</b> *laboratorio externo	0,67			≥ 0.2 mg/L y ≤ 2.0 mg/L	15
<b>alcalinidad total mg/L CaCO<sub>3</sub></b>	4,3	4	5,2	≤ 300 mg/L (como CaCO <sub>3</sub> )	1
<b>Dureza mg/L CaCO<sub>3</sub></b>	10	12	8	≤ 300 mg/L (como CaCO <sub>3</sub> )	1
<b>coliformes totales UFC/100mL</b> *laboratorio externo	12			0 NMP/100 mL	15

<b>Escherichia coli</b>	3			0	25
<b>UFC/100mL</b>				NMP/100	
<b>*laboratorio</b>				mL	
<b>externo</b>					

Elaboración propia

Se calculo el IRCA de los 3 puntos de muestreo que tenemos con las ecuaciones del marco teórico en la página 22.

Calculo estimado

$$IRCA (\%) = \frac{s \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{s \text{ puntaje de riesgo asignado a todas las características nalizadas}} * 100$$

El ejemplo de a continuación es del punto de muestreo 1

$$IRCA (\%) = \frac{41,5}{79,5} * 100 = 52,5 \%$$

Se realiza la tabla comparativa para los IRCAS ubicado en la tabla 18, pata dar cuenta del estado del agua es distinto en cada punto, en el 3 se tiene un mejor esto del agua debido a que el único parámetro que no cumple la norma es el pH. En los otros puntos el nivel de riego es alto por lo que se recomienda a la población en general no consumir el agua directamente de la llave.

**Tabla 18. Resultados del IRCA en temporada de lluvia**

	Porcentaje de IRCA	Nivel de riesgo
<b>Punto de muestreo 1</b>	52,5 %	Alto
<b>Punto de muestreo 2</b>	63,3 %	Alto
<b>Punto de muestreo 3</b>	6,1 %	Bajo

### **6.3 Secuencia didáctica**

#### **6.3.1 Salida a fuente hídrica originado por precipitación intensas sin escorrentía**

Se realizó la presentación del trabajo de grado explicando las metas de este y propósito, también se realiza la prueba de entrada sobre la planta de tratamiento, durante la cual los estudiantes tuvieron dudas sobre esta, después de que todos terminaran, se realizó la salida a una zona con fuentes hídricas originadas por precipitación intensas sin escorrentía para ver la fauna y flora de estos lugares donde se debe dibujar y explicar lo que vieron, entre todos los estudiantes comparten datos y fotos para completar sus cuadros. Durante esta experiencia hubo un diálogo continuo entre los estudiantes y las profesoras, se respondían dudas mutuas sobre el territorio, la actividad y la fauna y flora debido a que esta salida fue nueva para los estudiantes; ya que observan vida en algo tan pequeño.

Bitácora: Esta salida representó una oportunidad para conocer mejor a los estudiantes y observar su comportamiento en campo. El recorrido, de aproximadamente 20 minutos hasta el lugar de observación de las fuentes de agua, permitió que los estudiantes se organizaran en grupos para diligenciar la guía entregada por la docente. Dentro de cada equipo, se distribuyeron las tareas de manera equitativa, evidenciando un buen manejo de la gestión interna. La comunicación entre ellos fue fluida, aunque en algunos casos se presentaron impropiedades que afectaron parcialmente la disciplina durante la actividad, aspecto relacionado con las habilidades interpersonales. Se evidenció una mejora en la participación, así como en la disposición para escuchar y aportar ideas. El trabajo en grupos favoreció la interdependencia positiva, el respeto por las opiniones de los demás y la construcción colectiva del conocimiento, lo que contribuyó a un aprendizaje más significativo y contextualizado en torno al cuidado del territorio. Al regresar al colegio, se realizó una retroalimentación con los estudiantes sobre la forma en que estaban entregando sus guías de trabajo. Durante este espacio, se

generó una discusión en la que ellos mismos propusieron estrategias para mejorar la presentación y la calidad de los productos solicitados en cada una de las salidas, con el objetivo de cumplir de manera más efectiva con los requerimientos planteados.

***Figura 10. Paisaje durante la caminata para llegar al punto de observación.***



### 6.3.2 Salida PTAR

La segunda salida se realizó hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicada a pocos kilómetros cuesta abajo del colegio, lo que implicó un recorrido de aproximadamente 10 minutos. Durante el trayecto, los estudiantes mostraron curiosidad por el funcionamiento de la planta y por el trabajo que realiza Gregorio, su encargado. Una vez en el lugar, participaron activamente realizando preguntas sobre los procesos y observando cada parte de las instalaciones. Previamente, se les había dejado como tarea visualizar un video sobre el funcionamiento de la planta, con el fin de que llegaran con nociones previas que facilitaran su comprensión. En un punto de la planta, junto a una laguna, se llevó a cabo una rueda de reflexión donde los estudiantes compartieron ideas sobre cómo contribuir al correcto funcionamiento del alcantarillado, la importancia de no arrojar basura a la calle y el valor de preservar los recursos hídricos. Finalmente, agradecieron a Gregorio por su dedicación y arduo trabajo. Esta experiencia no solo permitió profundizar en el

cuidado del territorio, sino que también fortaleció la cohesión grupal entre estudiantes y docente, además de ofrecer un espacio para conocer sus saberes sobre el campo y su visión de la vida en una zona rural.

Bitácora: En esta salida, ya con un mayor conocimiento sobre los comportamientos de los estudiantes, se evidenció una interdependencia positiva y una interacción estimuladora, dado que los participantes se organizaron mejor para tomar nota de los aspectos solicitados en la guía. Además, se apoyaban mutuamente recordando a otros las tareas que debían realizar para lograr un buen trabajo grupal. Sin embargo, se observó un bajo nivel de responsabilidad individual, ya que la mayoría realizaba los registros pensando en beneficiar a sus compañeros y no por el impacto que pudiera tener en su propio aprendizaje. Después de regresar al aula se generó una discusión en la que ellos mismos propusieron estrategias para mejorar la presentación y la calidad de los productos solicitados en cada una de las salidas, con el objetivo de cumplir de manera más efectiva con los requerimientos planteados.

***Figura 11. Salida a la Planta de tratamiento de agua residual.***



### 6.3.3 Salida PTAP

En esta sesión, los estudiantes realizaron una subida hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), donde recibieron una explicación detallada de cada uno de los procesos que allí se llevan a cabo. Posteriormente, en una charla grupal, se

abordaron los parámetros que deben cumplirse para garantizar la calidad del agua. Como actividad práctica, cada grupo llevó desde su hogar una muestra de agua, la cual fue analizada in situ para medir su pH, permitiendo comprender de forma directa cómo se verifica la calidad del agua. Esta dinámica fomentó el aprendizaje colaborativo, ya que los estudiantes trabajaron en grupos, compartieron sus resultados, compararon la calidad del agua que consumen y reflexionaron sobre los riesgos del consumo de agua contaminada o sin tratamiento, fortaleciendo así su sentido crítico y corresponsabilidad ambiental.

Bitácora: Para esta salida, se les dio a los estudiantes la instrucción de ver previamente un video sobre el funcionamiento de la planta, con el fin de que tuvieran una idea más clara de lo que observarían durante la visita. Además, se les asignó la tarea de traer una muestra de agua de sus casas, la cual todos los grupos entregaron de manera oportuna, evidenciando así una actitud positiva hacia la responsabilidad individual. Durante el recorrido, los estudiantes se apoyaron mutuamente para formular las preguntas correspondientes y completar la guía de trabajo, lo que reflejó un progreso en la interdependencia positiva. Al momento de realizar el pequeño análisis de pH de sus muestras, se mostraron emocionados y concentrados en tomar los apuntes respectivos, evidenciando también que aplicaban el manejo de la evaluación interna del equipo trabajado en la salida anterior.

***Figura 12. Estudiantes en la planta de tratamiento de agua potable.***



#### 6.3.4 Exposición radio

Para cerrar las actividades se realiza una pequeña locución de radio donde cada grupo realizo una investigación de un tema específico y decirlo en la radio, para esto se realizó una grabación de lo expresado por los estudiantes para realizar un análisis a su puesta en escena y ver su avance en los temas del cuidado del agua el ambiente y el territorio, también al ver su trabajo en equipo para evaluar el progreso entorno al aprendizaje colaborativo.

#### Registro de bitácora

En la prueba de salida se optó por una actividad auténtica: una exposición en la emisora local. Aunque el formato difiere de la prueba de entrada, se diseñaron rúbricas específicas para evaluar las mismas dimensiones del aprendizaje colaborativo planteadas por Johnson & Johnson (1999) Esta elección buscó no solo medir el desarrollo de competencias colaborativas, sino también situar a los estudiantes en una experiencia significativa, vinculada a su territorio y comunidad, lo que favorece la transferencia de lo aprendido a escenarios reales. La coherencia entre las dimensiones evaluadas en la entrada y la salida asegura que, pese al cambio de formato, se mida el mismo constructo, pero en condiciones más auténticas y retadoras para los participantes.

***Figura 12. Estudiante en la radio del colegio departamental de manta.***



A continuación, se hará una transcripción de lo expresada por algunos de los estudiantes de los distintos grupos:

- Grupo calentamiento global

Estudiante 4: el calentamiento global es el aumento a largo plazo de la temperatura atmosférica media del sistema climático de la Tierra debido a la intensificación del efecto invernadero.

Estudiante 2: La actividad humana, por su parte, ha sido la responsable de emitir una mayor cantidad de gases a la atmósfera, provocando un aumento mayor de la temperatura y como consecuencia, generando un calentamiento global.

Estudiante 20: El calentamiento global ha afectado mucho a manta ya que se a visto muy afectado por las altas temperaturas, que cambian el clima en nuestro municipio manta.

- Grupo minería

Estudiante 24: Es una actividad económica que tiene que ver con la extracción de minerales los cuales genera un nivel de contaminación en el territorio.

Estudiante 8: sabemos que en la vereda de minas se ha hecho explosión de minerales como el plomo y el zinc.

Estudiante 9: aunque es una actividad minera necesaria para la economía de nuestro municipio también es una actividad contaminante de nuestras quebradas y ríos.

- Grupo PTAP

Estudiante 7: una planta de tratamiento de potabilización de agua se encarga de a través de unos procesos químicos t físicos, purificar el agua para nuestro consumo diario

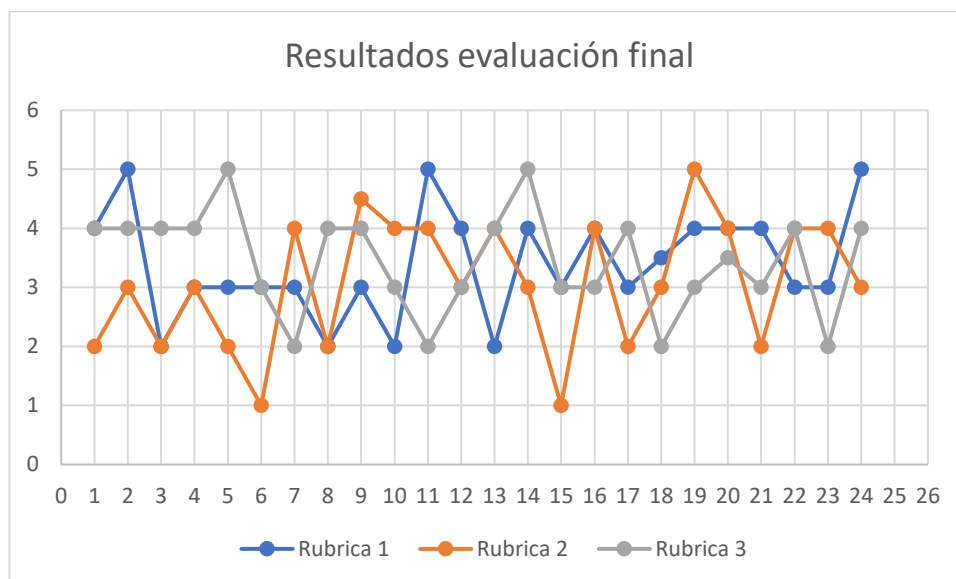
Estudiante 13: en la planta se hacen los procesos de floculación, coagulación, filtración y desinfección donde se limpia en agua para que sea 100% potable.

Estudiante 22: en parte de nuestra visita vimos el funcionamiento de la planta Mantuna que suministra agua a parte de nuestro municipio y vimos la importancia de estos procesos para el cuidado de nuestra salud.

Estudiante 17: Es muy importante el agua ya que es la que consume la población mantuna, las veredas y valorar el esfuerzo que hace la persona encargada de todo esto.

Después de analizar lo expresado por los estudiantes y su desempeño antes, durante y después de la actividad en la emisora escolar junto a la profesora titular, realizamos una evaluación con base en las rúbricas establecidas, asignándoles calificaciones entre 1 y 5. Aunque todos participaron hablando sobre sus respectivos temas, se esperaba una mayor profundización de su parte, especialmente considerando los recorridos previos que realizaron como preparación para la actividad.

**Figura 13. Gráfica de comportamiento sobre resultados de evaluación.**



Los resultados obtenidos en la evaluación no fueron los esperados, ya que la mayoría de los estudiantes investigaron de manera superficial y, durante la exposición, solo decían una oración antes de pasar el micrófono. Sin embargo, se evidenció el apoyo mutuo entre ellos, ya fuera animándose a intervenir o brindándose gestos de aliento durante la charla. A pesar de estas muestras de compañerismo, algunos estudiantes demostraron un bajo desempeño; mientras que otros sobresalieron por su conocimiento del tema. Al reducir las dimensiones de las rúbricas a solo dos categorías, se observó una mejora mínima en los resultados.

## CONCLUSIONES

Se determinó que las dimensiones del aprendizaje colaborativo tuvieron una incidencia positiva en la comprensión de la calidad del agua por parte de los estudiantes de grado undécimo del Colegio Departamental de Manta. La implementación de la secuencia didáctica permitió fortalecer especialmente la interdependencia positiva, la gestión interna del equipo y la evaluación interna, favoreciendo el trabajo coordinado y la construcción colectiva del conocimiento. Esto se reflejó en una mayor apropiación de conceptos sobre los procesos de potabilización, así como en la comprensión de la situación real del recurso hídrico en el municipio.

A partir del diagnóstico inicial y de las pruebas de entrada, se evidenció que los estudiantes de grado undécimo del Colegio Departamental de Manta tenían conocimientos limitados sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable, así como sobre los procesos físico-químicos implicados y los riesgos asociados al consumo de agua no tratada. También se identificó confusión frente a varios términos técnicos, además de un nivel básico o medio en las dimensiones del aprendizaje colaborativo. Este panorama sirvió como punto de partida para el diseño de actividades específicas orientadas a fortalecer tanto los conocimientos como las habilidades de trabajo en equipo.

Durante las prácticas de laboratorio y toma de muestras se observó que, aunque el agua cruda presenta condiciones adecuadas al ingreso de la planta, su calidad disminuye significativamente al llegar a los puntos de distribución, especialmente en temporada seca por lo evidenciado en los ICOs que nos dieron un nivel de agua no contaminada pero el IRCA de 81%. Esto sugiere deficiencias en el proceso de potabilización o en la red de distribución, lo que conlleva la recomendación de no consumir agua directamente de la llave y de implementar mejoras en el manejo y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Aunque no se lograron desarrollar todos los procedimientos de laboratorio previstos, debido a limitaciones de tiempo y a la suspensión de actividades académicas por parte de la universidad, se proyecta continuar con la investigación en fases posteriores, dada su relevancia para la comunidad. Los resultados obtenidos hasta el momento constituyen un insumo importante para futuros trabajos que busquen incidir en la calidad del agua y en la educación ambiental local.

La implementación de la secuencia didáctica, fundamentada en el enfoque del aprendizaje colaborativo, permitió que los estudiantes asumieran un rol activo frente al estudio del recurso hídrico en su contexto territorial. Las salidas de campo y el trabajo en equipo promovieron la construcción colectiva del conocimiento, generando apropiación del entorno y una mejor comprensión de la importancia del agua potable en la vida cotidiana.

En cuanto al aprendizaje colaborativo, se evidenció una mejora moderada en las competencias de comunicación asertiva, respeto mutuo y disposición para el trabajo en equipo. Las actividades colaborativas también favorecieron la conciencia ambiental y el sentido de corresponsabilidad frente al cuidado del recurso hídrico, aunque se reconoce la necesidad de implementar secuencias didácticas más extensas y con la participación de varios cursos para potenciar estos avances. La exposición radial como producto final permitió a los estudiantes divulgar lo aprendido y extender el impacto del proyecto a la comunidad educativa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda B, C. M., Arismendi G, L. M., Sepúlveda S, M., Rodríguez L, M., & Betancur U, J. (2016). Verificación de la metodología Colilert para la determinación y cuantificación de coliformes totales y *Escherichia coli* en una matriz de agua natural. *Revista Politécnica*, 12(22), 105-112.
- Arrieta Fernandez, I., & Senior Naveda, A. (2023). La Educación Ambiental como fundamento para el buen uso y disposición del agua en San Andrés Isla. *La Casa Del Maestro*, 1(5), 347–361. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/RVCDM/article/view/5537Comisión>
- Castro Navarro, C. M. (2023). *Didáctica de aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la química para el fortalecimiento de las relaciones interpersonales en los estudiantes del grado 10-2 de la Institución Educativa Obdulio Mayo Scarpeta del municipio de Moñitos, Córdoba, año escolar 2023*. Universidad Icesi-Virtual, Facultad de Educación.
- Cole, M. (1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Harvard University Press.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2022). Proyecciones de población. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

- Doise, W., & Mugny, G. (1981). *El desarrollo social del intelecto: Psicología social del desarrollo cognitivo*. Morata.
- Dos Santos Almeida, R., da Silva Pereira, M. V., & Rôças, G. (2024). Aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la química para estudiantes de educación media técnica en Brasil: primeros ensayos. *Bio-grafia*, 16(Extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/20507>
- Guerra Santana, M., Rodríguez Pulido, J., & Artilles Rodríguez, J. (2019). *Aprendizaje colaborativo: experiencia innovadora en el alumnado universitario*. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 18(36), 269-281.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. MIT Press.
- IDEAM. (2007). *Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos: Formulaciones*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>
- IDEAM. (s.f.). Evaluación del recurso hídrico. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de [http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1\[1\]](http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1[1]).
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5th ed.). Allyn & Bacon.
- JONES, E. y BROWN, S. (2014) La Internacionalización de la Educación Superior. Perspectivas institucionales, organizativas y éticas. Madrid, Narcea. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 26(1), 237–239. <https://doi.org/10.14201/11937>
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Graó, de IRIF, S.L.

<https://www.uv.mx/rmipe/files/2019/07/La-investigacion-accion-conocer-y-cambiar-la-practica-educativa.pdf>

- Lima, L. D. (2023). Incorporación de la educación ambiental para la contextualización del entorno del río El Bosque del municipio de Fusagasugá (Cundinamarca). Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/19318/Incorporaci%c3%b3n%20de%20la%20educaci%c3%b3n%20ambiental.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Martín Jaime, J. J., Matas Terrón, A., & Estrada Vidal, L. I. (2012). Educación ambiental y participación ciudadana. *Cuestiones Pedagógicas*, 21, 297-315. Recuperado de [https://institucional.us.es/revistas/cuestiones/21/art\\_12.pdf](https://institucional.us.es/revistas/cuestiones/21/art_12.pdf)
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Routledge.
- Metodologías para Evaluar la Calidad del Agua. (2006). Universidad Autónoma Metropolitana. [http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5085/Methodologias\\_para\\_evaluar\\_la\\_calidad\\_del\\_agua.pdf?sequence=1](http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5085/Methodologias_para_evaluar_la_calidad_del_agua.pdf?sequence=1)
- Ministerio de la Protección Social. (2007). Resolución 2115 de 2007. Recuperado de <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/c46bea38-2c19-4942-8b74-6475d1a36625/Resoluci%C3%B3n+2115+de+2007.pdf>
- Municipio de Manta. (2001). Acuerdo N° 007 de 2001: Esquema de Ordenamiento Territorial. Recuperado de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/11915/8000-1.pdf>
- ONU-Agua. (2017). Guía para el monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 sobre agua y saneamiento. Metas e indicadores mundiales. <https://www.unetxea.org/dokumentuak/dossierDDHHamb.pdf>.
- Ortiz, M., & Borjas, B. (2008). La Investigación Acción Participativa: aporte de Fals Borda a la educación popular. *Espacio Abierto*, 17(4), 615-627.



de Santa Marta, Colombia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>[3]

- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento: El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Paidós.
- ROSAS R, Y. N. (2017). Condiciones de operación de la PPA del municipio de Manta. Recuperado de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/519/Rosas%20Ramirez%2C%20Yisseth%20Nathalia%20-%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SafetyCulture. (2024). Tratamiento de aguas: Importancia y proceso. <https://safetyculture.com/es/temas/tratamiento-de-aguas/>
- SAITI, A., Kyle Jr, W. C., Sinnes, A. T., Nampota, D., & Kazima, M. (2014). Developing Relevant Environmental Education in a Rural Community in Malawi. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 185-198.
- Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge University Press.
- SAUVÉ, L. (2005). Uma cartografia das corrientes em educação ambiental. (p. 17-46). In Sato, M. et Carvalho, I. (Dir.). *Educação ambiental - Pesquisa e desafios*. Porto Alegre : Artmed
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). *Computer support for knowledge-building communities*. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265–283.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Allyn & Bacon.
- Stahl, G. (2006). *Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge*. MIT Press.

- Viña Guevara, J., & Ramírez Cuéllar, J. (s. f.). *Propuesta de indicadores de calidad del agua para contextos educativos rurales*. Universidad Pedagógica Nacional. (Documento no publicado, citado en experiencias PRAE).
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Harvard University Press.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

Prueba de entrada



"Sabiduría y Honor"

Nombre: Wendy Martin-Camila Moreno-Yamile Ojeda

La siguiente prueba es sobre la calidad del agua potable y la planta de tratamiento de agua potable de Manta Cundinamarca. Esta prueba tiene como objetivo evaluar su nivel de conocimiento previo en estos temas. No se preocupe, no se trata de una evaluación para calificar, sino de una herramienta que ayudará a comprender mejor sus necesidades de aprendizaje y adaptar el proyecto de manera que todos puedan beneficiarse.

**Prueba Diagnóstica sobre la Calidad del Agua Potable y las Plantas de Tratamiento de Agua**

1. Una las diferentes columnas con su fila correcta.

Filtración			X
Desinfección			X
Turbiedad			✓
pH			✓
Sólidos totales			✓
Coagulación			X

2. Responda las siguientes preguntas con base en su conocimiento.

- a. ¿Cuáles cree que son las fases de una planta de tratamiento de agua potable?  
 \* Análisis, desinfección del agua, pH y ~~filtración~~ filtración.

- b. ¿Qué propiedades físicas y químicas ocurren en el tratamiento del agua potable?
- \* Su aspecto cambia, cuando el agua no es potable es de otro color, y cuando es filtrada cambia su color y no tiene impurezas.
3. ¿Cuáles considera que son los riesgos para los seres humanos al consumir agua de una calidad no aceptable?
- \* Me puedo intoxicar, me puede doler el estómago.

4. ¿Qué conceptos se incluyen en la factura del acueducto y cuál es la importancia de cada uno de ellos? Explica por qué es necesario cobrar estos servicios para garantizar el suministro de agua potable.

- \* Que el agua sea potable

- \* Que no sea sucia

Es importante cobrar por que le hacen un tratamiento y esto lleva tiempo y costo dinero

5. En la tabla colocar que características debe tener el agua para ser potable y clasifique las muestras de cada vaso.

	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3
Olor	Olor dulce y fuerte.	Olor fuerte y a cloroX	No tiene olor.
Aspecto.	tiene una tonalidad clara de rosado	Se ve transparente y limpia	tonalidad blanca tiene como algo de arena o bicarbonato.
Sabor	Agua Saborizada	Agua	Agua con bicarbonato

Les agradecemos de antemano por su participación y honestidad en esta prueba. Su esfuerzo nos permitirá mejorar el proceso de enseñanza y asegurarnos de que todos adquieran un conocimiento sólido sobre estos temas tan importantes.

## Anexo 2

### Prueba de entrada aprendizaje colaborativo.

werdy martin

#### CUESTIONARIO DE ESCALA VALORATIVA APRENDIZAJE COLABORATIVO

Estimado (a) estudiante,

El presente cuestionario tiene algunas afirmaciones o preguntas relacionadas al aprendizaje colaborativo en el aula de clase. Se le solicita responder de manera consciente, marcando el valor que considere que se ajuste más a su sentir.

1	2	3	4	5
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo

Items		1	2	3	4	5
<b>Responsabilidad individual y de equipo</b>						
1	Dentro de tu grupo de trabajo se establecen los roles que va a asumir cada uno de sus integrantes.	X				
2	Entre todos utilizan frases o consignas que incentivan a ser responsables con el trabajo.		X			
3	Tus compañeros confían en tu responsabilidad para cumplir con el trabajo asignado.				X	
4	Confías en la responsabilidad que asume cada uno de tus compañeros.				X	
<b>Interdependencia positiva</b>						
5	Eres consciente que dependes del trabajo de tus compañeros y ellos del tuyo.					X
6	Comparto lo que estoy haciendo a mis compañeros con la finalidad que recibir alguna recomendación				X	
7	Estoy pendiente de lo que hacen mis compañeros para ayudar o sugerir mejoras en el trabajo.				X	
8	Estoy dispuesto a asumir el trabajo de algún compañero si se le presenta algún problema				X	
<b>Evaluación interna del equipo</b>						
9	Considero que hago un buen trabajo para contribuir con todo el grupo.				X	
10	Considero que mis compañeros se esfuerzan por hacer un buen trabajo.					X
11	Conozco las habilidades de cada miembro del equipo y cómo puede contribuir al trabajo asignado.					X
12	Conozco las debilidades de cada miembro del equipo y entre todos tratamos de apoyar en lo que falta.				X	
<b>Gestión interna de equipo</b>						
13	Al iniciar el trabajo, nos delegamos responsabilidades y revisamos la rúbrica de evaluación				X	
14	Planificamos los horarios de nuestras reuniones.			X		
15	Coordinamos para revisar los avances del trabajo.			X		

		1	2	3	4	5
16	Nos comunicamos constantemente para la realización de la tarea.			X		
<b>Interacción estimuladora</b>						
17	Hacemos reuniones virtuales o presenciales para el trabajo y para conversar de diversos temas.			X		
18	Dentro del grupo estamos siempre animándonos para poder cumplir con el trabajo propuesto.				X	
19	Compartimos recursos, documentos u otros con la finalidad de facilitar la labor de cada integrante.				X	
20	Siento que nos apoyamos académica y personalmente en clase y fuera de ella				X	

Autor: Solís-Castillo Julio César (2021)

Confiabilidad del Instrumento aprendizaje colaborativo

**Estadísticas de fiabilidad**


Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,945	,947	20

## Anexo 3

### Resultados laboratorio externo para agua cruda

Cód. operación: 33377-BIO-MO      Fecha registro: 20-06-2025      Fecha recolección: 20-06-2025 09:00      Fecha recepción: 20-06-2025 09:00  
Fecha de informe: 27-06-2025      Fecha de envío: 27-06-2025      Descripción: AGUA CRUDA QUEBRADA LA HONDA      Cliente: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL


Punto de muestreo:

 Resultados				
Técnicas (informe)	Unidades	Metodología abreviada	Normativa	33377 Resultado
Coliformes totales (UFC/100mL)	UFC/100mL	Filtración por membrana	0	12
Escherichia coli* (UFC/100mL)	UFC/100mL	Filtración por membrana	0	3

### Resultados laboratorio externo para agua potable

Cód. operación: 33376-BIO-FQ      Fecha registro: 20-06-2025      Fecha recolección: 20-06-2025 09:00      Fecha recepción: 20-06-2025 09:00  
Fecha de informe: 27-06-2025      Fecha de envío: 27-06-2025      Descripción: AGUA POTABLE ACUEDUCTO      Cliente: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Punto de muestreo:

 Resultados				
Técnicas (informe)	Unidades	Metodología abreviada	Normativa	33376
Cloro residual (s) mg Cl <sub>2</sub> /L	mg Cl <sub>2</sub> /L	Fotométrico	0,3 - 2,0	0,67

Técnicas (informe)	Unidades	Metodología abreviada	Normativa	33375 Resultado
Aerobios mesófilos* (UFC/100mL)	UFC/100mL	Filtración por membrana	100	200
Coliformes totales (UFC/100mL)	UFC/100mL	Filtración por membrana	0	200
Escherichia coli* (UFC/100mL)	UFC/100mL	Filtración por membrana	0	<1